

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

**Návrh úprav na křižovatce Polanecká – výjezd na okružní
křižovatku v Ostravě-Svinově**

**Design and Modifications of Intersection Polanecká – Exit
to Roundabout in Ostrava–Svinov**

Student:

Vedoucí diplomové práce:

Bc. Stanislav Vyskočil
Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Ostrava 2010

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Stanislav Vyskočil**

Studijní program: N3607 Stavební inženýrství

Studijní obor: 3607T036 Dopravní stavby

Téma: **Návrh úprav na křižovatce Polanecká - výjezd na okružní křižovatku v Ostravě-Svinově**
Design of Modifications of Intersection Polanecká - Exit to Roundabout in Ostrava-Svinov

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

V práci budou provedeny potřebné dopravní průzkumy dopravních proudů na stykové křižovatce Polanecká - výjezd na mimoúrovňovou okružní křižovatku v Ostravě-Svinově. Dále bude provedena analýza dopravní nehodovosti, která bude doplněna analýzou konfliktních situací s využitím metodiky dle tzv. Folprechtovy videoanalýzy.

Cílem je provést variantní návrh úprav organizace a řízení na této křižovatce za účelem zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu (tj. návrh stavebních úprav, okružní křižovatky, řízené křižovatky atp.). Návrhy budou podloženy potřebnými kapacitními výpočty a výkresovou dokumentací a bude provedeno ověření průjezdnosti vlečnými křivkami. Vybraná varianta bude prezentována v programu PTV VISSIM.

Osnova:

1. Úvod
2. Popis dané křižovatky, provedení dopravních průzkumů
3. Analýza dopravní nehodovosti a konfliktních situací
4. Variantní návrhy úprav na křižovatce, vč. kapacitních výpočtů, výkresové dokumentace a ověření průjezdnosti vlečnými křivkami
5. Zhodnocení návrhů a výběr nejvhodnějšího návrhu
6. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

Folprecht, Jan; Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy I*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006. 158 s. ISBN 80-248-1030-1

Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy II*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2009. 154 s. ISBN 978-80-248-2123-8

Technické podmínky TP 81. Zásady pro navrhování světelných signalizačních zařízení na pozemních komunikacích. 2. vyd., Brno: Centrum dopravního průzkumu Brno, 2006, 124 s. ISBN 80-86502-30-9

Technické podmínky TP 135. Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních

komunikacích. Ostrava: V-projekt, Ministerstvo dopravy a spojů České republiky, 2005

Technické podmínky TP 188. Posuzování kapacity neřízených úrovniových křižovatek. Liberec: EDIP. Nakladatelství Koura publishing. 2007, 64 s. ISBN 978-80-902527-6-9


ČSN 736102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.**

Datum zadání: 01.03.2010

Datum odevzdání: 30.11.2010



doc. Ing. Ivana Mahdalová, Ph.D.
vedoucí katedry





doc. Ing. Darja Kubečková Skulinová, Ph.D.
děkanka fakulty

Místopřísežné prohlášení

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....
Stanislav Vyskočil

Prohlášení o využití výsledků

Prohlašuji, že jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).

Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Zároveň se na dílo vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon a využití díla ke komerčním účelům bez písemného souhlasu autora se považuje za porušení tohoto zákona.

V Ostravě

.....

Stanislav Vyskočil

Anotace

Tématem diplomové práce je na základě zajištěných podkladů a provedených průzkumů provést variantní návrhy úprav zadané křižovatky. Návrhy vycházejí z podrobné analýzy bezpečnosti, intenzity a kapacity dopravy. Jednotlivé návrhy na změnu organizace dopravy jsou podloženy kapacitními výpočty, vyčíslením nákladů a komplexní analýzou. Celá diplomová práce je strukturována do 6 částí.

První část detailně popisuje vybranou lokalitu, její širší vztahy a shrnuje fakta stávajícího stavu. V části druhé je přistoupeno k praktickým úkolům, k nimž patří dopravní průzkum, stanovení intenzit dopravy a výpočet kapacity současného i výhledového stavu. Část třetí pojednává o podrobné analýze dopravní nehodovosti a konfliktních situací, včetně shrnutí problémů a doporučení k jejich nápravě. Ve čtvrté části jsou na základě předchozích analýz navrženy, dle platných předpisů, 2 přípustné varianty přestavby křižovatky na křižovatku světelnou a okružní. Oba tyto návrhy jsou podloženy kapacitními výpočty a respektují omezující skutečnosti. V páté části pak jsou vyhodnoceny a porovnány jednotlivé faktory obou návrhů, včetně investičních nákladů na výstavbu. Závěrečná část shrnuje předchozí zjištění a stanovuje celkové doporučení.

Annotation

The theme of this Diploma thesis is to propose different solution scenarios of assigned intersection based on conducted research and analysis. The Diploma thesis is structured into 6 parts.

The first part describes chosen area and its surroundings in details and summarize current situation. The second part is consisted of practical assignments like as Traffic research, Traffic intensity and calculation of current capacities as well as predicted future capacities. The part number three disserts upon Analysis of road accidents and conflict situations including summation of issues and proposed resolutions. In the fourth part are then proposed 2 variants to redesign current intersection to intersection controlled by traffic lights and to roundabout. Both of the proposed variants are backed up by capacity calculations and do respect current conditions. The fifth part compares and evaluates specifications of each of the proposed variant. The last part list up conclusions and provide with overall recommendations.

Obsah

Seznam použitého značení	3
Úvod	4
1 Popis vybrané lokality	5
2 Dopravně – inženýrský průzkum.....	12
2.1 Sčítání dopravy	13
2.2 Intenzity dopravy	13
2.2.1 Intenzity dopravy v době průzkumu	14
2.2.2 Jednotková vozidla.....	14
2.2.3 Roční průměr denních intenzit.....	15
2.2.4 Hodinové intenzity dopravy.....	20
2.2.5 Stanovení intenzity cyklistické dopravy	23
2.2.6 Přesnost odhadu výpočtů intenzit dopravy	24
2.2.7 Výhledové intenzity dopravy pro rok 2030	24
2.2.8 Grafické výsledky	26
2.3 Kapacita křižovatky	27
2.3.1 Výpočet	27
2.3.2 Výsledky	35
3 Dopravní nehodovost.....	36
3.1 Analýza dopravních nehod.....	37
3.1.1 Závažnost dopravních nehod	40
3.1.2 Relativní nehodovost	42
3.1.3 Závěr k dopravní nehodovosti.....	43
3.2 Konfliktní situace.....	44
3.2.1 Popis metodiky analýzy konfliktních situací	45
3.2.2 Analýza a vyhodnocení.....	45
3.2.3 Závěr k analýze konfliktních situací	47
4 Variantní návrhy úprav	48
4.1 Varianta A - křižovatka řízená SSZ	52
4.1.1 Termíny a definice	52
4.1.2 Výhody a nevýhody řešení.....	52
4.1.3 Návrh geometrie.....	53
4.1.4 Kapacitní výpočet	54
4.2 Varianta B - okružní křižovatka.....	66
4.2.1 Termíny a definice	66

4.2.2	Výhody a nevýhody řešení.....	68
4.2.3	Návrh geometrie a technologie	68
4.2.4	Kapacitní výpočet	70
5	Vyhodnocení návrhů	74
5.1	Technické vyhodnocení	74
5.2	Ekonomické vyhodnocení.....	75
5.3	Bezpečnost	75
5.4	Kapacita	76
6	Závěr	77
	Seznam použité literatury	78
	Seznam obrázků, tabulek a grafů	80
	Seznam příloh	82
Příl. č. 1	– Výsledky směrového dopravního průzkumu	83
Příl. č. 2	– Kartogram křižovatky – Intenzity špičkové hodiny [voz/h].....	84
Příl. č. 3	– Kartogram křižovatky – RPDÍ [voz/den]	85
Příl. č. 4	– Kapacitní posouzení neřízené křižovatky – rok 2010.....	86
Příl. č. 5	– Kapacitní posouzení neřízené křižovatky – rok 2030.....	88
Příl. č. 6	– Kartogram okružní křižovatky – rok 2030 [jvoz/h] a hodnoty b mezi přípojnými a odbočnými body	90
Příl. č. 7	– Oceněný výkaz výměr pro křižovátku řízenou SSZ	91
Příl. č. 8	– Oceněný výkaz výměr pro okružní křižovátku	93
Příl. č. 9	– Výkres situace stávajícího stavu	95
Příl. č. 10	– Mapa vlastníků parcel	96
Příl. č. 11	– Výkres stávajícího SDZ a VDZ s vyznačením DN.....	97
Příl. č. 12	– Výkres situace křižovatky řízené SSZ	98
Příl. č. 13	– Výkres situace okružní křižovatky.....	99
Příl. č. 14	– Ověření průjezdnosti okružní křižovátkou.....	100
Příl. č. 15	– Pasport dopravního značení okružní křižovatky	101
Příl. č. 16	– Ukázka výsledků simulace dopravy v programu VISSIM	102
Příl. č. 17	– Fotodokumentace	103

Seznam použitého značení

A	Autobusy
ACO	Asphalt Concrete (asfaltový beton)
C	Cyklisti
C	Concrete (beton)
CB	Cementobeton
ČNI	Český normalizační institut
ČSN	Česká technická norma
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DN	Dopravní nehoda
DP	Diplomová práce
DZ	Dopravní značení
IS	Inženýrské sítě
K	Nákladní soupravy
KS	Konfliktní situace
KSC	Kamenivo stmelené cementem
M	Motocykly
MD ČR	Ministerstvo dopravy České republiky
MÚK	Mimoúrovňová křižovatka
N	Nákladní vozidla
NN	Nízké napětí
O	Osobní vozidla
OK	Obalované kamenivo
OK	Okružní křižovatka
RPDI	Roční průměr denních intenzit
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic České republiky
SDZ	Svislé dopravní značení
SSZ	Světelné signalizační zařízení
ŠD	Štěrkodrt'
TP	Technický předpis
ÚKD	Úroveň kvality dopravy
VDZ	Vodorovné dopravní značení
VO	Veřejné osvětlení

Úvod

Bezpečnost silničního provozu se týká všech účastníků silničního provozu a na jejím zvyšování se taktéž musí podílet všichni. Přestože byla dosavadní činnost v rámci projektů Evropské unie orientovaných na bezpečnost silničního provozu účinná, zůstávají počty smrtelných úrazů při dopravních nehodách v Evropské unii stále nepřijatelně vysoké: 1,3 milionu dopravních nehod ročně způsobí 43 000 smrtelných úrazů a 1,7 milionu zranění [31].

Dopravní nehodovost na pozemních komunikacích tak zůstává nejenom v České republice jedním z nejzávažnějších společenských problémů. Jedním ze způsobů omezení nehodovosti na pozemních komunikacích se stává nový přístup k uspořádání uličního resp. silničního prostoru při rekonstrukcích i stavbě nových úseků pozemních komunikací. K tomuto novému přístupu patří dnes již neodmyslitelně instalace nejrůznějších fyzických a psychologických zklidňovacích opatření na komunikace. Mezi zklidňovací opatření můžeme zahrnout například okružní křižovatky, které snižují nehodovost na křižovatkách v průměru o 60% a nehody se smrtelnými případy až o 90% [30].

Tato práce se zabývá analýzou dopravní nehodovosti na zvolené křižovatce. Na základě zjištěných skutečností jsou navrženy 2 varianty na změnu organizace dopravy, jež by měly vést ke zvýšení bezpečnosti a kapacity.

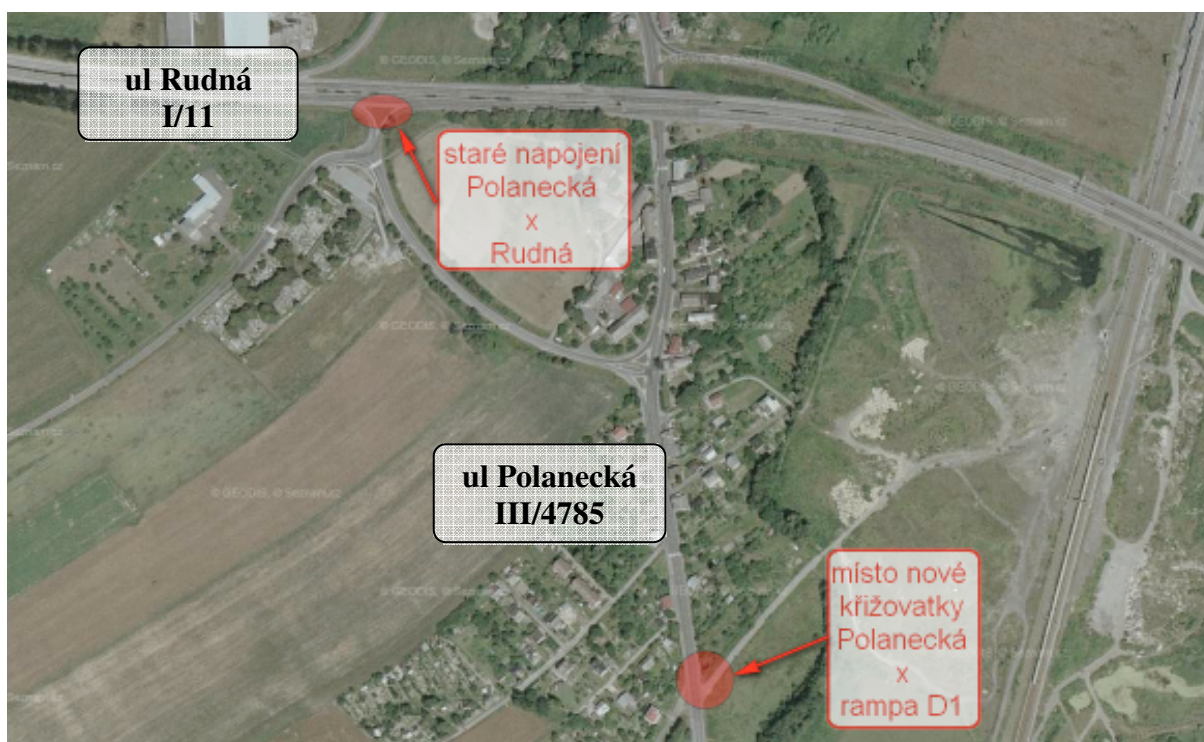
Důvodem, proč se ve své DP zaměřuji právě na toto téma je získání znalostí a dovedností k dané problematice, jež doufám budou kvalitním základním kamenem k budoucímu profesnímu růstu v tomto oboru.

1 Popis vybrané lokality

Vybraná křižovatka byla dokončena koncem roku 2007 jako součást akce „D 4708.2 Ostrava, Rudná – Hrušov, 2. stavba“ objekt „MÚK Rudná“. Zhotovitelem projektové dokumentace je DOPRAVOPROJEKT Ostrava, spol. s r.o., dodavatelem stavby pak Stavby silnic a železnic, a. s. (dnes EUROVIA CS, a. s.).

Tímto propojením se nahradilo původní napojení ul. Polanecká (III/4785) na ul. Rudná (I/11) /Obr. 1/. Vznikla tak nová křižovatka Polanecká x Rampa D1 (MÚK Rudná), která řeší napojení ul. Polanecká na dálnici D1 a silnici I/11 /Obr. 2/.

Křižovatka se nachází na hranici zastavěného území. Území podél ul. Polanecká směrem na Svinov /Obr. 4/ se dá považovat za zastavěné, v opačném směru pak za nezastavěné /Obr. 3/.



Obr. 1 – Napojení Polanecká x Rudná – starý stav



Obr. 2 – Napojení Polanecká x Rudná – stávající stav

Osobní a nákladní doprava

Na křižovatce se dá očekávat poměrně vysoký poměr nákladní dopravy. Jednak je křižovatka součástí napojení na komunikace vyšší třídy a zároveň je poblíž průmyslový areál, v němž se nachází obalovna asfaltových směsí, sklad dopravního značení, překladiště sypaných hmot a kameniva či podnik vyrábějící kovové výrobky.

Cyklistická doprava

Současně po ul. Polanecká vede cyklotrasa značená jako „5, Radegast, Slezsko“ /Obr. 3/, lze tedy očekávat i zvýšené intenzity cyklistické dopravy. Vedení cyklotrasy přes křižovatku není zcela dořešeno. Vodorovné dopravní značení, kterým je cyklostezka vyznačena, je před křižovatkou ukončeno a cyklisté tak musí pokračovat po nevyznačené trase. Patrně z Obr. 4 a Příl. č. 17.

Veřejná doprava

Křižovatkou taktéž projíždí autobusová doprava. Jsou to městské linky č. 45, 46, 73 a meziměstské spoje č. 285 a 386. Celkem křižovatkou projede v pracovní dny 240 autobusových spojů ve všech směrech. Nejbližší autobusová zastávka nezasahuje přímo

do oblasti křižovatky a její náběhová hrana zastávkového zálivu je vzdálena 35 m od hranice křižovatky.

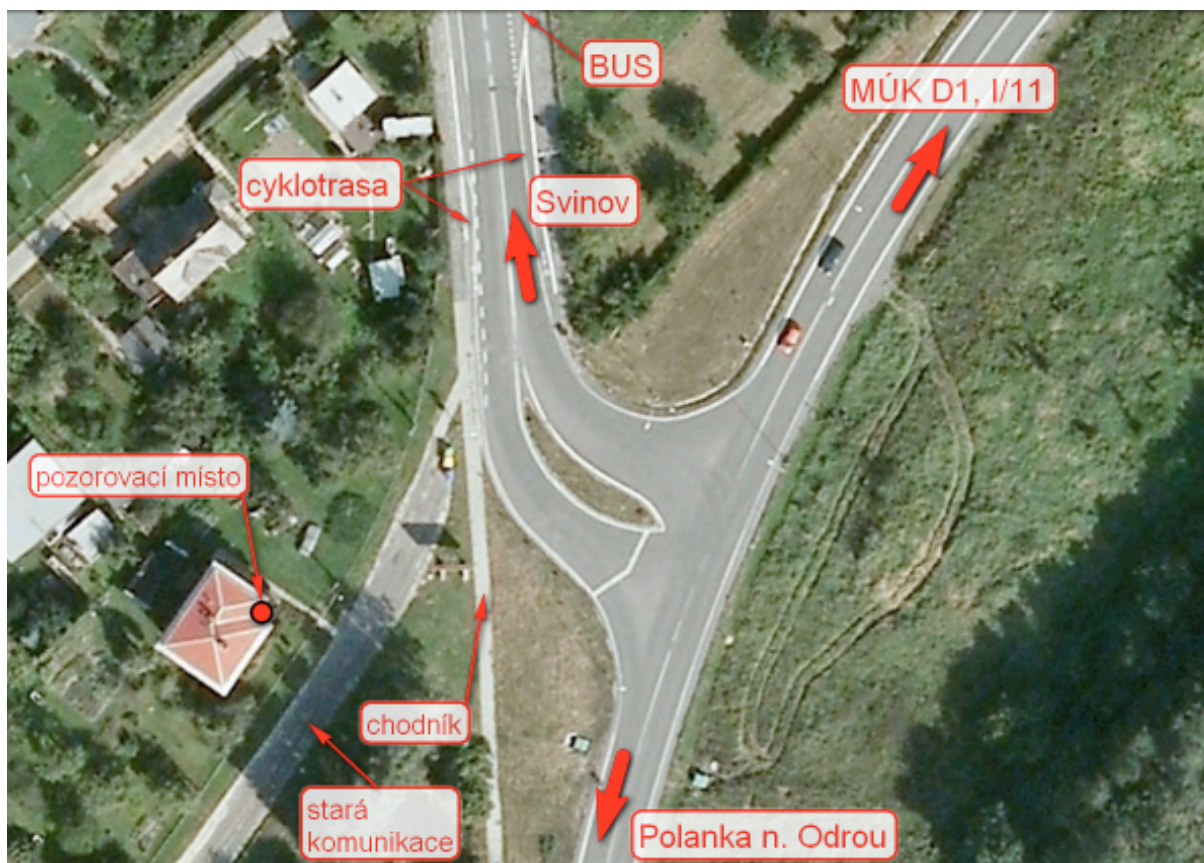
Pěší doprava

Pěší doprava je přímo z křižovatky vyloučena. Podél ul. Polanecká je veden chodník, nekřížuje však ramena křižovatky. Přímo na křižovatce ani v její těsné blízkosti se nenachází přechod pro chodce ani místo pro přecházení. Je to dáno charakterem oblasti, což je hranice zastavěného území. Poptávka po přecházení tedy v oblasti křižovatky ani nevzniká.

Oblasti širších a užších vztahů jsou vyznačeny na Obr. 3 a Obr. 4.



Obr. 3 – Oblast širších vztahů zájmového území



Obr. 4 – Oblast užších vztahů zájmového území

Dopravní značení

Křižovatka funguje jako neřízená, přednost v jízdě určuje dopravní značení. Hlavní komunikace je v přímém směru a její přednost určuje značka P2 „Hlavní pozemní komunikace“. Na hlavní komunikaci je povolena rychlost značkou B20a na 80 km/h, v oblasti křižovatky pak na 60 km/h. Dovolená rychlost na vedlejší komunikaci je daná umístěním v obci, tj. 50 km/h. Přednost v jízdě určuje značka P4 „Dej přednost v jízdě!“. Výkres stávajícího dopravního značení je v příloze Příl. č. 1.

Zjištěné problémy

Z vizuální prohlídky a zkušeností místních uživatelů a pozorovatelů byly zjištěny následující menší či větší problémy:

- vysoká rychlost vozidel na hlavní komunikaci (přímý směr)
- velký jednostranný příčný sklon na hlavní komunikaci v oblasti křižovatky – při výjezdu z vedlejší komunikace na mokré vozovce ztrácí vozidlo přilnavost
- problematické řazení vozidel na vedlejší komunikaci do jízdních směrů

- při vysokém travním porostu špatné rozhledové poměry z vedlejší komunikace /viz Příl. č. 17/
- nedovolené předjíždění pomalých vozidel na rampě MÚK
- dlouhé čekací doby na vedlejší komunikaci ve špičce

Zajištěné podklady

- polohopisné a výškopisné zaměření skutečného provedení stavby „D 4708.2 Ostrava, Rudná – Hrušov, 2. stavba“ objekt „MÚK Rudná“
- situace realizační projektové dokumentace stavby „D 4708.2 Ostrava, Rudná – Hrušov, 2. stavba“ objekt „MÚK Rudná“
- průběhy inženýrských sítí
- pasport dopravního značení
- katastrální mapa
- dopravní nehodovost

Provedené průzkumy

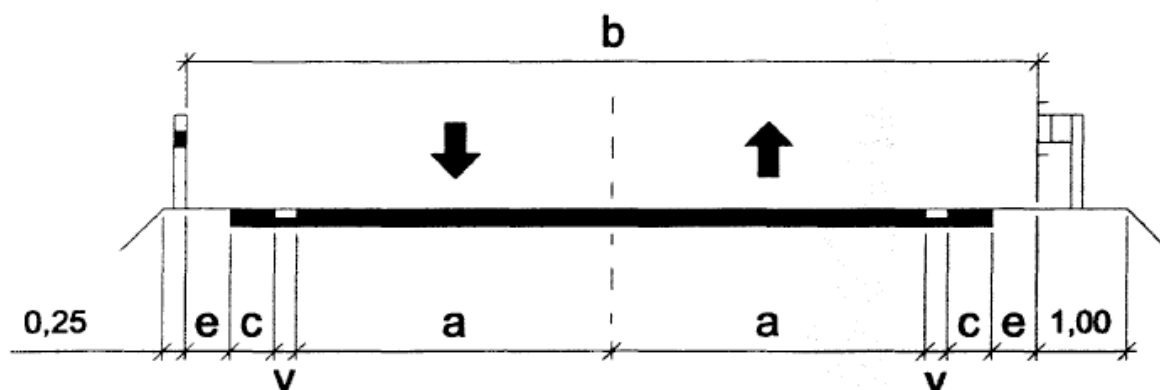
- vizuální prohlídka a fotodokumentace
- 2 hodinový videozáznam v odpolední špičce – průzkum intenzity dopravy a konfliktních situací

Kategorie komunikací

Hlavní komunikace se nachází v území nezastavěném, je tedy použita kategorie pro extravilan dle ČSN 73 6101 *Projektování silnic a dálnic* /dále jen ČSN 73 6101/. Vedlejší komunikace je v území zastavěném, použita tak je kategorie pro intravilan dle ČSN 73 6110 *Projektování místních komunikací* /dále jen ČSN 73 6110/.

- Hlavní komunikace – rameno A a B

Jedná se o dvoupruhovou silnici s rozdělením dle Obr. 5.



Obr. 5 – Dvoupruhová silnice dle ČSN 73 6101 [1]

Naměřené hodnoty jsou:

$b = 9,5 \text{ m}$; $a = 3,5 \text{ m}$; $v = 0,25 \text{ m}$; $c = 0,5 \text{ m}$; $e = 0,5 \text{ m}$

kde

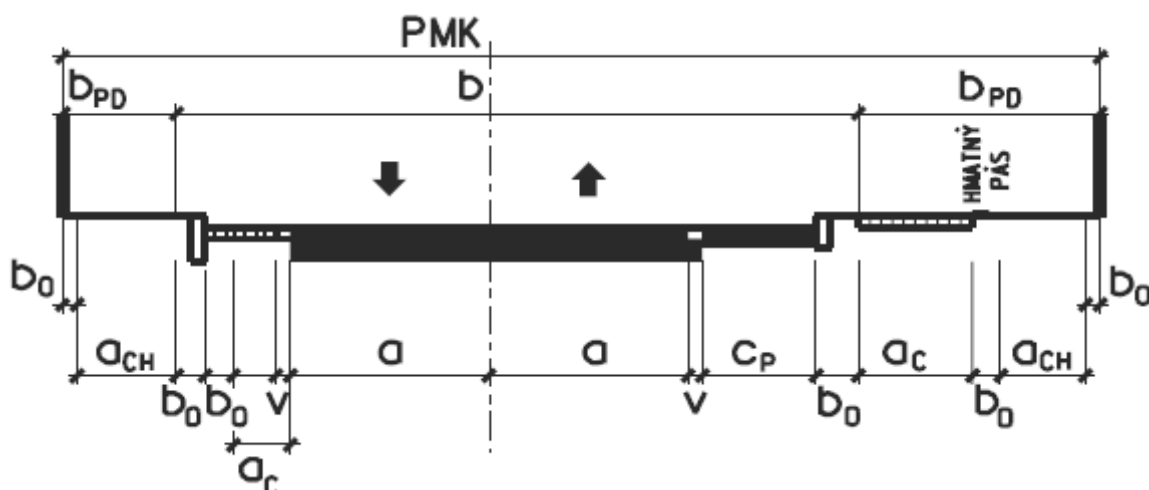
- a jízdní pruh [m]
- v vodící proužek [m]
- c zpevněná krajnice [m]
- e nezpevněná krajnice [m]
- b kategorijská šířka [m]

Což odpovídá kategorii komunikace S 9,5.

Na rameni B – levá strana je navíc přidružen chodník, místo nezpevněné krajnice (e) tak je silniční obruba a chodník. Celková šířka chodníku je včetně bezpečnostního odstupu 2 m.

- vedlejší komunikace – rameno C

Jedná se o typ dvoupruhové místní komunikace funkční skupiny B a C směrově nerozdělené s jízdním pruhem pro cyklisty v hlavním dopravním prostoru. Komunikace je symetrická a odpovídá levé straně na Obr. 6.



Obr. 6 – Dvoupruhová místní komunikace dle ČSN 73 6110 [2]

Naměřené hodnoty jsou:

$a = 3,25 \text{ m}$; $v_1 = 0,25 \text{ m}$; $a_C = 1,5 \text{ m}$; $b_{O,C} = 0,5 \text{ m}$ (včetně $v_2 = 0,25 \text{ m}$); $b_{O,CH} = 0,5 \text{ m}$ (včetně obruby silniční); $a_{CH} = b_{PD} = 1,5 \text{ m} \Rightarrow b = 11,5 \text{ m}$, $PMK = 14,5$

kde

a	jízdní pruh [m]
v	vodící proužek [m]
a _C	jízdní pruh pro cyklisty [m]
b _{0,C}	bezpečnostní odstup jízdního pruhu pro cyklisty [m]
b _{0,CH}	bezpečnostní odstup pruhu pro chodce [m]
a _{CH}	pruh pro chodce [m]
b	kategorijní šířka [m]
PMK	prostor místní komunikace [m]

Což odpovídá kategorii místní komunikace MS2 14,5/11,5/50

Typ křížovatky

Jedná se o úrovnňovou 3 ramennou křiřovátku stykovou bez odbočovacích a řadících pruhů na hlavní komunikaci. Jízdní pruhy na vedlejší komunikaci jsou usměrněny fyzickým dopravním ostrůvkem tvaru kapky. Výjezd vedlejší komunikace je rozšířen, což funguje jako krátké odbočovací pruhy. Vedlejší komunikace je pro vhodný úhel křiřžení na jejím konci nasměrována. Úhel křiřžení je tak 90°.

2 Dopravně – inženýrský průzkum

Pro potřeby kapacitních výpočtů byl proveden dopravně-inženýrský průzkum resp. sčítání dopravy.

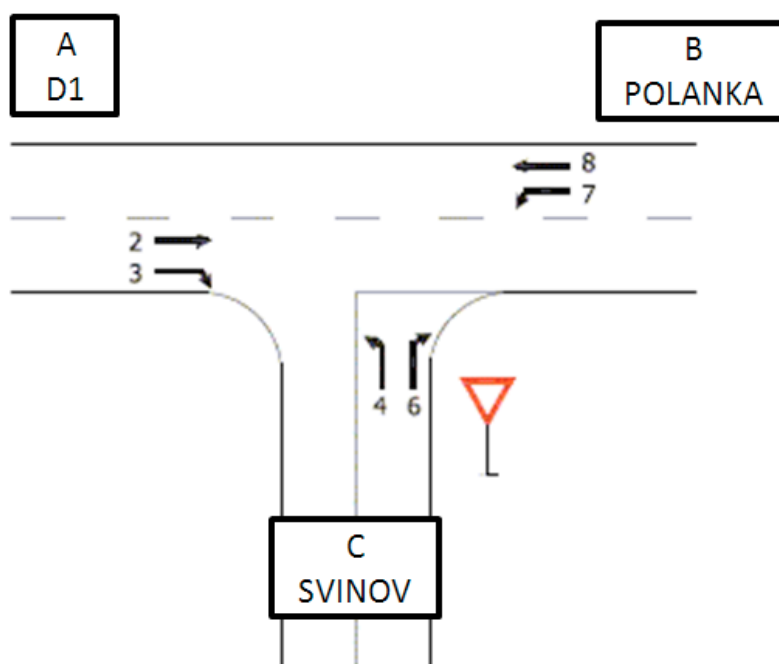
Metodika

Dopravní průzkum a jeho vyhodnocení proběhlo v souladu s metodikou uvedenou v *TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích* /dále jen TP 189/. Průzkum proběhl v úterý 7. 9. 2010 v době 14:30 – 16:30, tedy v běžném pracovním dni v doporučené době. Počasí bylo optimální pro provedení průzkumu, cca 15°C – 20°C, polojasno, slabý vítr. Kromě motoristické dopravy se tak projeví i intenzity cyklistické dopravy.

Pro provedení průzkumu byla k dispozici pouze 1 osoba. Průzkum byl tedy zaznamenán z vyvýšeného místa na videokameru a následně vyhodnocen. Díky této metodice byla vyloučena chybovost, která obvykle sčítání v reálném čase doprovází.

Značení

Pro potřeby dopravně-inženýrského průzkumu byla převzata metodika značení dle *TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek* /dále jen TP 188/. Schematické zobrazení je na Obr. 7, kde písmena A, B, C jsou ramena (paprsky) křižovatky a číslice 2, 3, 4, 6, 7, 8 jsou dopravní proudy.



Obr. 7 – Značení dopravních proudů [12]

2.1 Sčítání dopravy

Vyhodnocení bylo provedeno do polních formulářů. Základní časovou jednotkou bylo 15 minut, sledovány byly intenzity jednotlivých dopravních proudů a jejich složení s rozlišením na následující druhy vozidel:

- O – osobní automobily, bez přívěsu i s přívěsy, mikrobusey, dodávkové automobily
- N – lehké, střední a těžké nákladní automobily, traktory, spec. nákladní automobily
- K – přívěsové a návěsové nákladní soupravy
- A – autobusy včetně kloubových autobusů a autobusů s přívěsy
- M – jednostopá motorová vozidla, sajdkáry
- C – všechny kategorie jízdních kol

2.2 Intenzity dopravy

Výsledky sčítání dopravy jsou interpretovány jako intenzity dopravy. Pro různé účely existuje celá řada intenzit resp. používaných jednotek, např. pro návrh vozovek se používá přepočet na těžká nákladní vozidla atp.

Pro potřeby kapacitních výpočtů a porovnání výsledků ze sčítání dopravy jsou stanoveny 2 základní typy intenzit dopravy:

- Roční průměr denních intenzit /RPDI/
- Hodinové intenzity

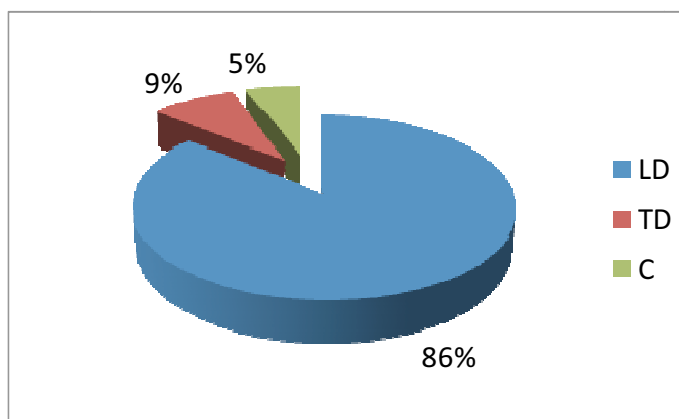
2.2.1 Intenzity dopravy v době průzkumu

Vyhodnocením polního formuláře byly získány intenzity za dobu průzkumu, uvedeny jsou v Příl. č. 1. Jednotkou jsou [voz/2h]. Tyto výsledky budou sloužit jako výchozí hodnoty pro další výpočty.

Podíl jednotlivých druhů dopravy

Podíl jednotlivých druhů dopravy za dobu průzkumu ve všech směrech je zobrazen v grafu č. 1.

Graf 1 - Podíl druhů dopravy v době průzkumu



kde

LD	lehká doprava, tj. vozidla O, M [voz/2h]
TD	těžká doprava, tj. vozidla N, K, A [voz/2h]
C	cyklistická doprava, tj. vozidla C [voz/2h]

2.2.2 Jednotková vozidla

Pro potřeby některých výpočtů jsou skutečná vozidla přepočítávána na tzv. jednotková vozidla. Různí autoři používají celou řadu přepočtových koeficientů, většinou v závislosti na účelu použití. V této práci jsou použity koeficienty doporučené v ČSN 73 6102 *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* /dále jen ČSN 73 6102/. Podle druhu sledovaných vozidel a typu křižovatky jsou koeficienty uvedeny v Tab. 1.

Tab. 1 – Přepočtové koeficienty na jednotková vozidla [2]

Typ křižovatky	Dopravní prostředek					
	O	N	K	A	M	C
Neřízená	1.0	1.5	2.0	1.5	0.8	0.5
Řízená SSZ	1.0	1.7	2.2	1.7	0.8	0.5
Okružní	1.0	2.0	3.0	2.0	0.8	0.5

Ve výpočtech jsou pak skutečná vozidla označená, jako *voz* a jednotková vozidla jako *jvoz*.

2.2.3 Roční průměr denních intenzit

Základním výsledkem dopravního průzkumu je stanovení odhadu ročního průměru denních intenzit /dále jen RPDI/. Dle TP 189 lze stanovit RPDI rovněž z krátkodobého průzkumu v doporučenou dobu.

Postup výpočtu

Přepočet z krátkodobého dopravního průzkumu na RPDI se provádí pomocí koeficientů vycházejících ze statistického vyhodnocení dat naměřených na komunikacích v ČR. K dispozici tak jsou denní, týdenní a roční variace dopravy dle skupin vozidel a charakteru provozu. Na základě těchto variací se postupně intenzity z doby průzkumu přepočítávají na denní, týdenní a roční průměr denních intenzit. Výpočet je vyjádřen vzorcem (1).

$$RPDI_x = I_m \cdot k_{m,d} \cdot k_{d,t} \cdot k_{t,RPDI} \quad (1)$$

kde

- $RPDI_x$ roční průměr denních intenzit x-tého roku [*voz/den*]
 I_m intenzita dopravy daného druhu vozidla zjištěná v době průzkumu [*voz/doba průzkumu*]
 $k_{m,d}$ přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu (zohlednění denních variací intenzit dopravy) [–]
 $k_{d,t}$ přepočtový koeficient denní intenzity dopravy dne průzkumu na týdenní průměr denních intenzit dopravy (zohlednění týdenních variací intenzit dopravy) [–]
 $k_{t,RPDI}$ přepočtový koeficient týdenního průměru denní intenzity dopravy na roční průměr denních intenzit dopravy (zohlednění ročních variací intenzit dopravy) [–] [13]

Výpočet se provádí pro skupiny vozidel, do kterých jsou druhy sledovaných vozidel zařazeny dle Tab. 2:

Tab. 2 – Skupiny vozidel pro stanovení přepočtového koeficientu

SKUPINA	DRUH	JEDNOTKY
O	O	[voz]
	M	
N	N	
	A	
K	K	[voz]
S	O,N,K,A,M	

Kde S jsou vozidla celkem. Počítá se se skutečnými vozidly, bez cyklistů. Zohlednění intenzit cyklistické dopravy je provedeno v kapitole 2.2.5.

Charakter provozu

Je daný zejména kategorií a třídou komunikace. Dle Tab. 3 jsou sledované komunikace zařazeny do skupiny charakteru provozu II.

Tab. 3 – Skupiny komunikací podle charakteru provozu [13]

Skupina komunikací – charakter provozu	Kategorie a třída komunikace
D	dálnice
	silnice I. třídy - rychlostní silnice
E	silnice I. třídy se statutem mezinárodní silnice ("E") (včetně průjezdních úseků těchto silnic)
I	silnice I. třídy bez statutu mezinárodní silnice (včetně průjezdních úseků těchto silnic)
II	silnice II. a III. třídy (včetně průjezdních úseků silnic)
M	místní komunikace (tj. bez průjezdních úseků silnic)
	účelové komunikace ⁵⁾
Z	komunikace napojující parkoviště obchodních zařízení (obvykle komunikace účelové)

U skupiny II se pak rovněž počítá tzv. nedělní faktor f_{NE} , který zohledňuje podíl rekreační dopravy. Tento koeficient se vypočítá podílem 4hodinových intenzit v běžnou neděli a v běžný pracovní den. Pokud tyto hodnoty nejsou k dispozici, je možné tento faktor stanovit na základě určení charakteru provozu dle Tab. 4.

Tab. 4 – Charakter provozu na silnicích II. a III. třídy [13]

Charakter provozu	popis	f_{Ne}	ALFA
H - hospodářský	Komunikace využívaná převážně pro pravidelné cesty do zaměstnání a škol, pro cesty v pracovní dny. O víkendech je provoz výrazně nižší.	$<0,90$	$<0,90$
S - smíšený	Komunikace využívaná jak pro pravidelné cesty v pracovní dny, tak pro cesty víkendové, provoz je rovnoměrný v průběhu celého týdne.	$0,90 - 1,15$	$0,90 - 1,50$
R - rekreační	Komunikace využívaná převážně pro rekreační dopravu – komunikace vedoucí do oblastí rekreace. Zvýšený provoz v páteční odpolední hodiny (ve směru do rekreačních oblastí) a v neděli (pro cesty z rekreačních oblastí).	$>1,15$	$>1,50$

Sledované komunikace spadají do typu S – smíšený a skupina komunikace tak bude dále označována jako II–S. Této skupině náleží součinitel v rozmezí $f_{NE} = <0,90; 1,15>$, stanoven byl na hodnotu $f_{NE} = 1$.

Přepočít na denní intenzitu v běžný pracovní den I_d

$$I_d = I_m \cdot k_{m,d} \quad (2)$$

kde

I_d denní intenzita dopravy dne průzkumu [voz/den]

I_m intenzita dopravy v době průzkumu [voz/doba průzkumu]

$k_{m,d}$ přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu (zohlednění denních variací intenzit dopravy) [–] [13]

Hodnoty I_m jsou uvedeny v Tab. 5.

Tab. 5 – Intenzity za dobu průzkumu I_m

stan.	směr (proud)	intenzity za dobu průzkumu I_m				
		O [voz/2h]	N [voz/2h]	K [voz/2h]	S [voz/2h]	
A	B (č.2)	225	17	6	248	706
	C (č.3)	434	20	4	458	
C	A (č.4)	374	20	2	396	718
	B (č.6)	302	20	0	322	
B	C (č.7)	347	23	0	370	549
	A (č.8)	156	17	6	179	
						1973

Hodnoty $K_{m,d}$ jsou uvedeny v Tab. 6, avšak jen pro doporučené doby průzkumů. Pro naši dobu průzkumu jsou hodnoty získány interpolací zvýrazněnou žlutě.

Tab. 6 – Hodnoty součinitele $K_{m,d}$

CHARAKTER	HODNOTY SOUČINITELE $K_{m,d}$			
II	O	N	K	S
14:00 - 16:00	6.46	7.44	6.77	6.75
15:00 - 17:00	6.45	8.91	7.44	6.78
14:30 - 16:30	6.455	8.175	7.105	6.765

Výsledné hodnoty denních intenzit I_d pro jednotlivé dopravní proudy a skupiny vozidel jsou uvedeny v Tab. 7.

Tab. 7 – Denní intenzity dne průzkumu I_d

stan.	směr (proud)	denní intenzita dne průzkumu I_d				
		O [voz/den]	N [voz/den]	K [voz/den]	S [voz/den]	
A	B (č.2)	1452	139	43	1678	4776
	C (č.3)	2801	164	28	3098	
C	A (č.4)	2414	164	14	2679	4857
	B (č.6)	1949	164	0	2178	
B	C (č.7)	2240	188	0	2503	3714
	A (č.8)	1007	139	43	1211	
						13347

Přepočet na týdenní průměr denních intenzit I_t

$$I_t = I_d \cdot K_{d,t} \quad (3)$$

kde

I_t týdenní průměr denních intenzit [voz/den]
 I_d denní intenzita dopravy dne průzkumu [voz/den]
 $K_{d,t}$ přepočtový koeficient denní intenzity dopravy dne průzkumu na týdenní průměr denních intenzit dopravy (zohlednění týdenních variací intenzity dopravy) [–] [13]

$$K_{d,t} = \frac{100}{p_{i,t}} \quad (4)$$

kde

$p_{i,t}$ je podíl denní intenzity dopravy dne průzkumu i na týdenním průměru denních intenzit dopravy [%] [13]

Hodnoty součinitelů $K_{d,t}$ a $p_{i,t}$ jsou uvedeny v Tab. 8.

Tab. 8 – Hodnoty součinitelů $K_{d,t}$ a $p_{i,t}$

	II-H	O	N	K	S
$p_{i,t}$	úterý	102.6	126.1	135.9	104.1
$K_{d,t}$	úterý	0.975	0.793	0.736	0.961

Výsledné hodnoty týdenních průměrů denních intenzit I_t jsou v Tab. 9.

Tab. 9 – Týdenní průměr denních intenzit I_t

stan.	směr (proud)	týdenní průměr denních intenzit I _t					
		O [voz/den]	N [voz/den]	K [voz/den]	S [voz/den]		
A	B (č.2)	1416	110	31	1612	4588	12822
	C (č.3)	2730	130	21	2976		
C	A (č.4)	2353	130	10	2573	4666	
	B (č.6)	1900	130	0	2093		
B	C (č.7)	2183	149	0	2404	3568	
	A (č.8)	981	110	31	1163		

Přepočet na roční průměr denních intenzit RPDI

$$RPDI = I_t \cdot K_{t,RPDI} \quad (5)$$

kde

$RPDI$ roční průměr denních intenzit dopravy (odhad) [voz/den]
 I_t týdenní průměr denních intenzit dopravy v týdnu průzkumu [voz/den]
 $K_{t,RPDI}$ přepočtový koeficient týdenního průměru denních intenzit dopravy týdne průzkumu na roční průměr denních intenzit dopravy (zohlednění ročních variací intenzit dopravy) [-] [13]

$$K_{t,RPDI} = \frac{100}{p_{i,t}} \quad (6)$$

kde

$p_{i,t}$ je podíl denní intenzity dopravy měsíce i v roce na ročním průměru denních intenzit dopravy [%] [13]

Hodnoty součinitelů $K_{t,RPDI}$ a $p_{i,t}$ jsou uvedeny v Tab. 10.

Tab. 10 – Hodnoty součinitelů $K_{t,RPDI}$ a $p_{i,r}$

	II-H	O	N	K	S
p_{it}	září	103.5	112.0	112.0	103.5
$K_{t,RPDI}$	září	0.966	0.893	0.893	0.966

Výsledné hodnoty ročních průměrů denních intenzit RPDI jsou v Tab. 11.

Tab. 11 – Výsledné hodnoty RPDI

stan.	směr (proud)	roční průměr denních intenzit RPD ₂₀₁₀					
		O [voz/den]	N [voz/den]	K [voz/den]	S [voz/den]		
A	B (č.2)	1368	98	28	1557	4433	12955
	C (č.3)	2638	116	19	2876		
C	A (č.4)	2435	145	12	2663	4829	
	B (č.6)	1967	145	0	2166		
B	C (č.7)	2260	167	0	2489	3693	
	A (č.8)	1016	123	35	1204		

2.2.4 Hodinové intenzity dopravy

Intenzita špičkové hodiny I_{sH}

Stanovuje se pro potřeby výpočtů komunikací v intravilánu, resp. užívá ji norma ČSN 73 6110.

Výsledkem je tabulka intenzit s vyhodnocením špičkové hodiny, tj. součet 4 po sobě jdoucích základních časových jednotek, ve kterých došlo k maximální intenzitě na celé křižovatce. Základní časové jednotky byly sdruženy do hodin A–E, jako hodina s nejvyšší intenzitou byla vyhodnocena hodina C, tedy v čase 15:00–16:00h. Tabulka intenzit a vyhodnocení špičkové hodiny jsou uvedeny v Příl. č. 1.

Výpočet se provede z údajů získaných průzkumem.

$$I_{sH} = \max \{ I_H \} \quad (7)$$

kde

I_{sH} padesátirázová hodinová intenzita dopravy [voz/h]
 I_H hodinové intenzity dopravy v doporučené době průzkumu [voz/h] [13]

Výsledné hodnoty intenzit špičkové hodiny jsou pak v Tab. 12.

Tab. 12 – Výsledné hodnoty intenzit špičkové hodiny I_{SH}

stan.	směr (proud)	$I_{SH} = \max I_h$				
		O [voz/h]	N [voz/h]	K [voz/h]	S [voz/h]	
A	B (č.2)	113	11	4	128	375
	C (č.3)	233	11	3	247	
C	A (č.4)	196	12	1	209	389
	B (č.6)	171	9	0	180	
B	C (č.7)	177	13	0	190	277
	A (č.8)	76	8	3	87	
						1041

50 rázová intenzita dopravy I_{50}

Je směrodatná pro výpočty na komunikacích v extravilánu, resp. užívá ji norma ČSN 73 6101. Jako tato intenzita je definována 50 nejvyšší intenzita v roce.

Výpočet lze provést 2 způsoby:

- Odhad z údajů získaných průzkumem v běžný pracovní den

Výpočet se provede přepočtem intenzit špičkové hodiny:

$$I_{50} = I_{SH} \cdot k_{BPD,50} \quad (8)$$

kde

I_{50} Padesátirázová hodinová intenzity dopravy [voz/h]

I_{SH} Špičková hodinová intenzita dopravy v běžný pracovní den [voz/h]

$k_{BPD,50}$ přepočtový koeficient špičkové hodinové intenzity dopravy v běžný pracovní den na padesátirázovou hodinovou intenzitu dopravy [–][13]

Hodnota koeficientu $k_{BPD,50}$ je stanovena pro všechny komunikace jednotně na hodnotu 1,13. Výsledné hodnoty I_{50} se stanovují jen pro vozidla celkem (S) a jsou uvedeny v Tab. 13.

Tab. 13 – Výsledné hodnoty padesátirázové hodinové intenzity $I_{50,A}$

stan.	směr (proud)	I ₅₀		
		S [voz/h]		
A	B (č.2)	145	424	1176
	C (č.3)	279		
C	A (č.4)	236	440	
	B (č.6)	203		
B	C (č.7)	215	313	
	A (č.8)	98		

- Výpočet z hodnoty ročního průměru denních intenzit

Výpočet se provede přepočtem ročního průměru denních intenzit:

$$I_{50} = RPDI \cdot k_{RPDI,50} \quad (9)$$

kde

I_{50} padesátirázová hodinová intenzita dopravy [voz/h]

$RPDI$ roční průměr denních intenzit [voz/den]

$k_{RPDI,50}$ přepočtový koeficient ročního průměru denních intenzit dopravy na padesátirázovou hodinovou intenzitu dopravy [–] [13]

Hodnota koeficientu $k_{RPDI,50}$ je stanovena, pro komunikace s charakterem provozu II S, na hodnotu 0,102. Výsledné hodnoty I_{50} se stanovují jen pro vozidla celkem (S) a jsou uvedeny v Tab. 14.

Tab. 14 – Výsledné hodnoty padesátirázové hodinové intenzity $I_{50,B}$

stan.	směr (proud)	I ₅₀		
		S [voz/h]		
A	B (č.2)	159	452	1321
	C (č.3)	293		
C	A (č.4)	272	493	
	B (č.6)	221		
B	C (č.7)	254	377	
	A (č.8)	123		

Výsledné hodnoty obou metod jsou mírně odlišné, jako výsledek tedy můžeme považovat průměrnou hodnotu $I_{50}=1250$ [voz/h].

2.2.5 Stanovení intenzity cyklistické dopravy

Intenzity cyklistické dopravy se stanovují jako denní intenzity. Vypočtou se součinem intenzit zjištěných v době průzkumu a sumou variačních koeficientů daných dobou průzkumu a charakterem cyklistické dopravy. Charakter provozu byl stanoven jako smíšený.

$$I_d = I_m \cdot k_{m,d} \quad (10)$$

I_d denní intenzita cyklistické dopravy dne průzkumu [cyk/den]

I_m intenzita cyklistické dopravy za dobu průzkumu [cyk/doba průzkumu]

$k_{m,d}$ přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu (zohlednění denních variací intenzit dopravy) [–] [13]

$$k_{m,d} = \frac{100\%}{\sum p_i^d} \quad (11)$$

kde

$\sum p_i^d$ je součet podílů hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitě dopravy [%] [13]

Hodnoty potřebné k výpočtu jsou uvedeny v Tab. 15. Přičemž hodnoty pro potřebnou dobu průzkumu jsou získány interpolací, v tabulce jsou zvýrazněny žlutě.

Tab. 15 – Koeficienty pro přepočet intenzit cyklistické dopravy

HODINA	p_i^d		
14:00-15:00	7.6		
15:00-16:00	8.1		
16:00 - 17:00	8.1	$\sum p_i^d$	$k_{m,d}$
14:30-15:30	7.85	16.0	6.3
15:30-16:30	8.1		

Vypočtené denní intenzity cyklistické dopravy I_d jsou uvedeny v Tab. 16.

Tab. 16 – Výsledné hodnoty denní intenzity cyklistické dopravy dne průzkumu

rameno	I_m [cyk./2h]	$k_{m,d}$	I_d [cyk./den]	
A	5	6.3	31	533
C	48	6.3	301	
B	32	6.3	201	

Povětrnostní podmínky pro cyklistickou dopravu byly optimální, což se taky projevilo na intenzitách, které jsou poměrně vysoké. Křižovatka je součástí cyklotrasy „5, Radegast, Slezsko“ a je patrné, že je cyklisty využívána.

2.2.6 Přesnost odhadu výpočtů intenzit dopravy

Abychom získali přesné hodnoty RPDI, museli bychom sledovat intenzity každý den po celý rok, to však není možné. Byl proveden krátkodobý průzkum, který je ovšem zatížen statistickou chybou vyplývající z proměnlivosti dopravy.

Velikost odchylky lze přibližně spočítat vztahem (12).

$$\delta = 0,95 \cdot \left(\frac{I_m}{RPDI} \cdot 100 \right)^{-0,60} \quad (12)$$

kde

δ odchylka odhadu ročního průměru denních intenzit dopravy [%]

I_m intenzita dopravy v době průzkumu [voz/doba průzkumu]

$RPDI$ odhad ročního průměru denních intenzit dopravy [voz/den] [13]

$$\delta = 0,95 \cdot \left(\frac{1973}{12955} \cdot 100 \right)^{-0,60} = \pm 19\%$$

Odchylka je počítána pro celou křižovatku a v rovnici jsou uvedeny intenzity součtu všech vozidel. Výsledná odchylka $\pm 19\%$ odpovídá hodnotám pro 2 hodinový průzkum, kde se uvažuje odchylka cca $\pm 20\%$

2.2.7 Výhledové intenzity dopravy pro rok 2030

Komunikace a křižovatky se kapacitně navrhují na výhledové intenzity za 20 – 30 let. Pro komunikace, kde se nepředpokládá výrazná změna zdrojů a cílů dopravy lze použít přepočty růstovými koeficienty, které jsou uvedeny v *TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy* /dále jen TP 225/. Součinitelé jsou uvedeny zvlášť pro lehkou a těžkou dopravu pro různé třídy komunikace. Jako výchozí hodnota je uvažován rok 2005, pro rok průzkumu 2010 tak jsou koeficienty přepočítány. Uvedeny jsou v Tab. 17. Koeficienty pro druhy sledovaných vozidel jsou uvedeny v Tab. 17.

Tab. 17 – Růstové koeficienty dopravy

Lehká doprava		1.435	Těžká doprava		1.054
II.+III. tř.			II.+III. tř.		
2005	1		2005	1	
2010	1.147		2010	1.06	
2020	1.363		2020	1.088	
2030	1.582		2030	1.114	
2040	1.765		2040	1.134	
2050	1.9		2050	1.152	

PŘEPOČTOVÉ KOEFICIENTY, ROK 2030					
O	N	K	A	M	C
1.435	1.054	1.054	1.054	1.435	1

Roční průměr denních intenzit, rok 2030 – $RPDI_{2030}$

Přepočet na výhledové intenzity $RPDI$ pak získáme součinem $RPDI$ a růstového koeficientu. Vztah je vyjádřen ve vzorci (13).

$$RPDI_{2030} = RPDI \cdot K_{2030} \quad (13)$$

kde

$RPDI_{2030}$ odhad ročního průměru denních intenzit dopravy v roce 2030 [voz/den]

$RPDI$ odhad ročního průměru denních intenzit dopravy [voz/den]

K_{2030} růstový koeficient dopravy pro rok 2030 [–]

Výsledné hodnoty jsou zobrazeny v Tab. 18.

Tab. 18 – Výsledné hodnoty $RPDI_{2030}$

stan.	směr (proud)	$RPDI_{2030}$				
		O [voz/den]	N [voz/den]	K [voz/den]	S [voz/den]	
A	B (č.2)	1963	104	30	2096	6023
	C (č.3)	3786	122	20	3927	
C	A (č.4)	3495	153	12	3660	6635
	B (č.6)	2822	153	0	2975	
B	C (č.7)	3242	176	0	3418	5043
	A (č.8)	1458	130	37	1625	
						17702

Špičková hodina, rok 2030 – $I_{SH,2030}$

Stejným způsobem získáme odhadované hodnoty intenzit ve špičkové hodině v roce 2030. Vztah je vyjádřen vzorcem (14).

$$I_{SH,2030} = I_{SH} \cdot K_{2030} \quad (14)$$

Výsledné hodnoty pro jednotlivé dopravní proudy jsou zobrazeny v Tab. 19.

Tab. 19 – Výsledné hodnoty $I_{SH,2030}$

stan.	směr (proud)	$I_{SH,2030}$				
		O [voz/h]	N [voz/h]	K [voz/h]	S [voz/h]	
A	B (č.2)	162	12	4	178	527
	C (č.3)	334	12	3	349	
C	A (č.4)	281	13	1	295	550
	B (č.6)	245	9	0	255	
B	C (č.7)	254	14	0	268	388
	A (č.8)	109	8	3	121	
						1465

2.2.8 Grafické výsledky

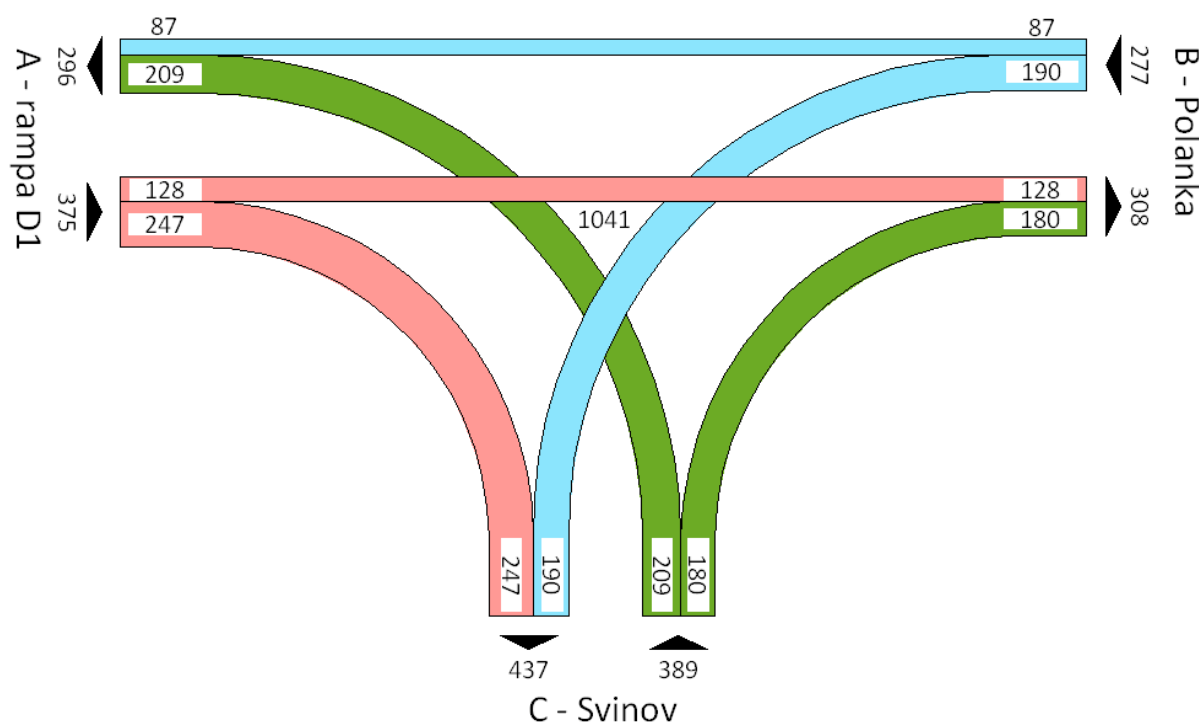
Pro zpřehlednění výsledků se tabulkové hodnoty převedou do grafické podoby. Používají se 2 typy grafických výsledků:

Kartogram křižovatky

Jsou schematicky zobrazené dopravní proudy, ke kterým jsou přiřazeny jednotlivé intenzity. Výhodou této interpretace je zobrazení současných i výhledových intenzit v jednom schématu. Kartogramy pro vozidla celkem pro špičkovou hodinu a $RPDI$ jsou zobrazeny v Příl. č. 2 a Příl. č. 3.

Stužkový diagram

Nejpřehlednější zobrazení výsledků představuje stužkový diagram, kde každému dopravnímu proudu přísluší „stužka“, jejíž šířka je přímo úměrná intenzitě v daném dopravním směru. Výsledné hodnoty intenzit pro vozidla celkem ve špičkové hodině v době průzkumu jsou ve formě stužkového diagramu zobrazeny na Obr. 8.



Obr. 8 – Stučkový diagram pro I_{SH,2010}

2.3 Kapacita křižovatky

Postup výpočtu kapacity křižovatky je demonstrován na intenzitách roku 2010.

Celý výpočet v doporučených formulářích je pro rok 2010 v Příl. č. 4 a pro rok 2030 v Příl. č. 5.

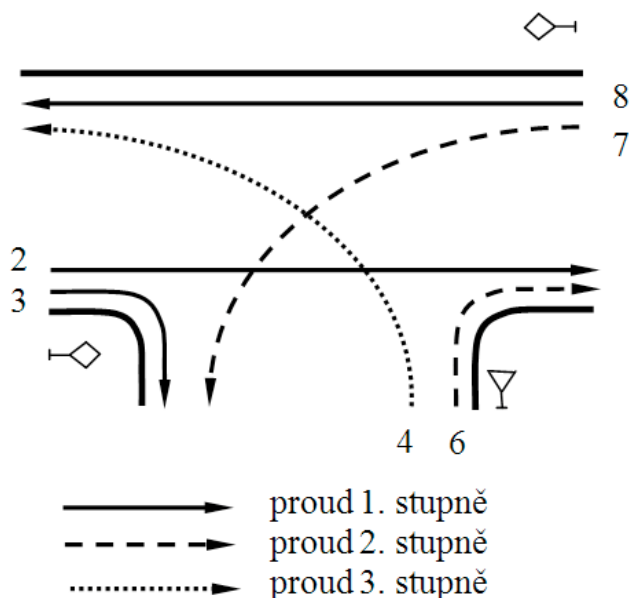
2.3.1 Výpočet

Číslování dopravních proudů

Číslování dopravních proudů odpovídá Obr. 7 v kapitole 2.

Stupeň podřazenosti dopravních proudů

Pro výpočet je nutno stanovit každému dopravnímu proudu jeho stupeň podřazenosti, ten vychází z toho, kolika dopravním proudům musíme při vjezdu do křižovatky dávat přednost v jízdě. Stupně podřazenosti jsou zobrazeny na Obr. 9.



Obr. 9 – Stupně podřazenosti dopravních proudů na stykové křižovatce [2]

Zohlednění skladby n -tého podřazeného proudu

U podřazených dopravních proudů se pro výpočet základní kapacity uvažují jednotková vozidla intenzit nadřazených dopravních proudů, která se vypočtou pomocí přepočtových koeficientů pro neřízenou křižovatku, uvedených v Tab. 1 v kapitole 2.2.2.

Hodnoty kritických odstupů

Rozhodující intenzity nadřazených proudů I_H

Pro výpočet základní kapacity podřazených dopravních proudů je třeba znát součet intenzit proudů jim nadřazených. Skladba dopravního proudu se zanedbává a počítá se v jednotkových vozidlech.

$$\begin{aligned} I_H^7 &= I_2 + I_3 \\ I_H^6 &= I_2 + 0,5 \cdot I_3 \\ I_H^4 &= I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_8 + I_7 \end{aligned} \quad (15)$$

kde

I_H^n výsledná hodnota intenzit nadřazených dopravních proudů n-tého podřazeného dopravního proudu [*jvoz/h*]

I_n intenzita n-tého nadřazeného dopravního proudu [*jvoz/h*]

Výsledné hodnoty jsou uvedeny v Tab. 20.

Střední hodnoty kritických časových odstupů t_g

Stanoví se pro podřazené dopravní proudy v závislosti na rychlosti na hlavní komunikaci, která je $v=60 \text{ km/h}$.

$$t_g^7 = 3,4 + 0,021 \cdot v_{85\%}$$

$$t_g^6 = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%}$$

$$t_g^4 = 5,2 + 0,022 \cdot v_{85\%}$$

(16)

kde

t_g^n střední hodnota kritického časového odstupu n-tého podřazeného dopravního proudu [*s*]

$v_{85\%}$ hodnota 85% dovolené rychlosti na hlavní komunikaci [*km/h*]

Výsledné hodnoty jsou uvedeny v Tab. 20.

Hodnoty následných odstupů t_f

Stanovují se na základě typu určení přednosti v jízdě na vedlejší komunikaci a druhu dopravního proudu. Uvedeny jsou pro typ přednosti „P4 – Dej přednost v jízdě“ v Tab. 20.

Výsledné hodnoty kritických odstupů t_g a t_f

Tab. 20 – Výsledné hodnoty intenzit nadřazených dopravních proudů a kritických odstupů t_g a t_f

č. dop. proudu	Intenzity nadřazených dopravních proudů [jvoz/h]	t_g [s]	t_f [s]
7	378	4.7	2.6
6	253	5.1	3.1
4	543	6.5	3.5

Výpočet kapacity

Kapacita nadřazených dopravních proudů C_n (1. stupeň)

Rovná se kapacitě volně se pohybujících vozidel, obecně se udává hodnota:

$$C_n = 1800 \text{ jvoz} / h$$

pro náš případ tedy:

$$C_2 = C_3 = C_8 = 1800 \text{ jvoz} / h$$

Základní kapacita se zde nepočítá.

Základní kapacita podřazených dopravních proudů G_n

Základní kapacita G_n je definována jako maximální počet vozidel z podřazeného proudu, která mohou projet křižovatkou v časové mezeře mezi vozidly nadřazených dopravních proudů. Počítá se pro podřazené proudy 4, 6, 7, přičemž pro podřazený proud 4 (3. stupeň) se hodnota musí ještě ponížít vlivem pravděpodobnosti nevzdutí rozhodujících nadřazených dopravních proudů.

$$G_n = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H(t_g - \frac{t_f}{2})}{3600}} \quad (17)$$

kde

G_n	základní kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [jvoz/h]
I_H	rozhodující intenzita nadřazených proudů [jvoz/h],
t_g	kritický časový odstup [s],
t_f	následný časový odstup [s] [13]

- Kapacita dopravních proudů 2. stupně

Uvažuje se rovna základní kapacitě, tedy $C_n = G_n$.

Výsledné hodnoty pro proudy 6 a 7 jsou uvedeny v Tab. 21.

- Kapacita dopravních proudů 3. stupně

Při výpočtech pro podřazené dopravní proudy 3. stupně je nutné zohlednit pravděpodobnost nevzdutí rozhodujících nadřazených dopravních proudů, která snižuje jejich základní kapacitu.

Pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazených proudů se v případě, že dopravní proud odbočující vlevo z hlavní komunikace 7 nemá samostatný pruh, se použije hodnota $p_{0,7}$ vypočtená podle vztahu (18)

$$p_{0,7} = \max \left\{ \begin{array}{c} 1 - (a_{vi} + a_{vj} + a_{vk}) \\ 0 \end{array} \right\} \quad (18)$$

kde

i dopravní proud 7 [-],
 j dopravní proudy 2 a 8 [-],
 k dopravní proudy 3 [-],
 a_v $(= \frac{I_v}{C_v})$ stupeň vytížení pro dopravní proudy i, j, k [-] [13]

Výsledná základní kapacita pro podřazený proud 3. stupně, tedy proud 4 se vypočítá dle vztahu:

$$C_4 = p_{0,7} \cdot G_4 \quad (19)$$

kde

C_4 kapacita jízdního pruhu proudu 4 [jvoz/h]
 $p_{0,7}$ pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazeného proudu 7 [-]
 G_4 základní kapacita jízdního pruhu proudu 4 [jvoz/h] [13]

Výsledné základní kapacity C_n

Tab. 21 – Výsledné základní kapacity C_n

typ	proud	stupeň	G_n	C_n	I_n	$p_{0,n}$
smíšený	2	1	-	1800	137	-
neovlivně	3	1	-	1800	256	-
smíšený	4	3	501	371	216	-
ovlivněný	6	2	906	906	194	-
smíšený	7	2	973	973	202	0.74
ovlivněný	8	1	-	1800	94	-

Výpočet kapacity pruhů se společným řazením

Základní výsledné kapacity se ještě musí přepočítat dle způsobu řazení dopravních proudů.

- Vedlejší komunikace

Výpočet kapacity pruhů se společným řazením a rozšířeným vjezdem (proud 4 a 6)

$$C_{n,n} = \min \left\{ \frac{I_j + I_k}{\sqrt[{\frac{l_u}{6}+1}]{a_{vj}^{\frac{l_u}{6}+1} + a_{vk}^{\frac{l_u}{6}+1}}} \right\} \quad (20)$$

kde

j	dopravní proud 4 [–]
k	dopravní proud 6 [–]
$C_{n,n}$	kapacita společného proudu 4+6 [jvoz/h]
a_{vj}, a_{vk}	$(= \frac{I_j}{C_j} \text{ nebo } \frac{I_k}{C_k})$ stupeň vytížení dopravního proudu j, k [–]
I_j, I_k	návrhová intenzita dopravy dopravního proudu j, k [jvoz/h]
C_j, C_k	kapacita jízdního pruhu j, k [jvoz/h]
l_u	délka úseku společného pruhu pro možnost zastavení v rozšířeném vjezdu [m] [13]

Hodnoty pro dosazení do vzorce jsou uvedeny v Tab. 22.

Tab. 22 – Hodnoty pro výpočet kapacity pruhů se společným řazením a rozšířeným vjezdem

l_j	216
l_k	194
l_u	9.50
a_{vj}	0.58
a_{vk}	0.21

Výsledné vypočtené hodnoty jsou uvedeny v Tab. 23.

- Hlavní komunikace

Na hlavní komunikaci není samostatný pruh pro odbočování vlevo

$$C_{n,n,n} = \min \left\{ \frac{I_i + I_j + I_k}{a_{vi} + a_{vj} + a_{vk}} \right\} \quad (21)$$

kde

- i dopravní proudy 1 a 7 [–]
 j dopravní proudy 2 a 8 [–]
 k dopravní proudy 3 a 9 [–]
 $C_{n,n,n}$ kapacita společného pruhu smíšených proudů [jvoz/h]
 I_i, I_j, I_k intenzita dopravního proudu i, j, k [jvoz/h]
 a_{vi}, a_{vj}, a_{vk} $(= \frac{I_j}{C_j} \text{ nebo } \frac{I_k}{C_k})$ stupeň vytížení pro dopravní proudy i, j, k [–]
 C_i, C_j, C_k kapacita jízdního pruhu i, j, k [jvoz/h]

Tab. 23 – Výpočet kapacity pruhů se společným řazením

typ	proud	stupeň	$C_{n,n}$	intenzita	Rez
smíšený neovlivně	2,3	1	1800	394	1407
smíšený ovlivněný	4	3	684	409	275
	6	2			
smíšený ovlivněný	7,8	2	1139	296	843
	8	1	-	-	-

Stanovení střední doby zdržení

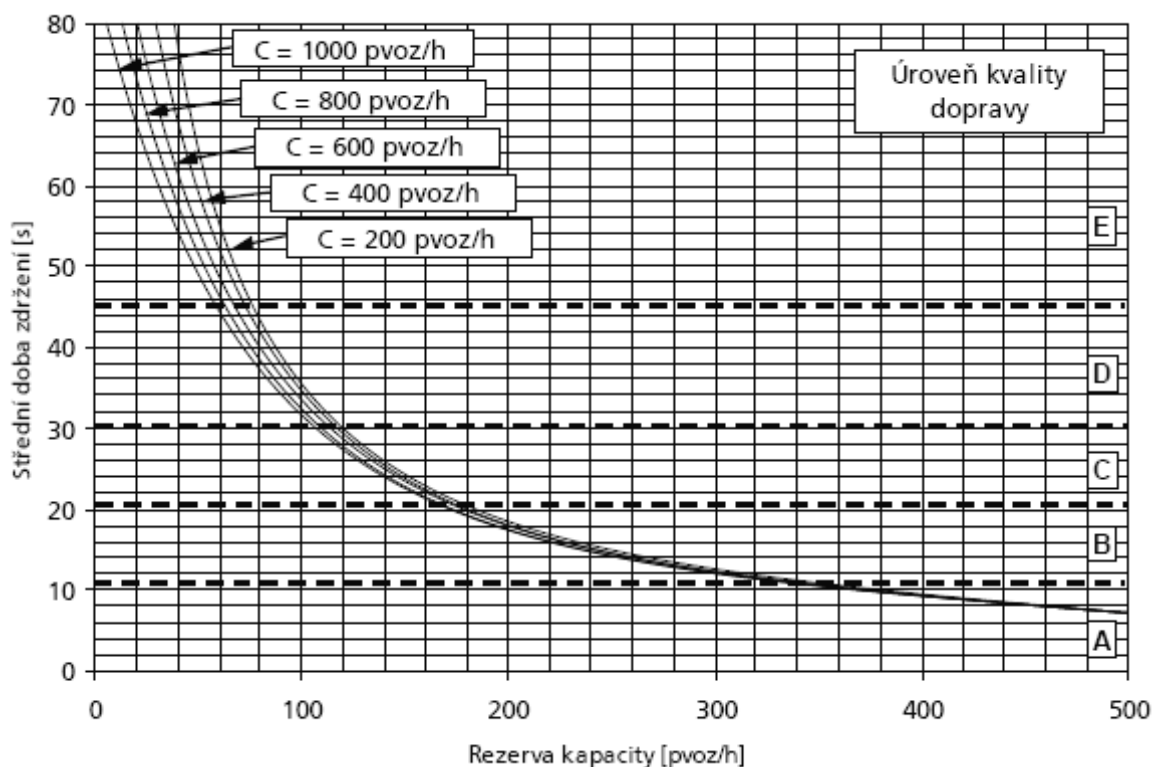
$$Re z = C_n - I_n \quad (22)$$

kde

- $Re z$ rezerva kapacity [jvoz/h]
 C_n kapacita pruhu [jvoz/h]
 I_n intenzita dopravního proudu n nebo smíšených proudů n,n,n [jvoz/h] [13]

Po výpočtu rezervy kapacity se v závislosti na rezervě kapacity a kapacitě jednotlivých proudů odečte z grafu č. 2, hodnota střední doby zdržení. Výsledné hodnoty rezervy kapacity jsou uvedeny v Tab. 23.

Graf 2 – Hodnoty střední doby zdržení [13]



Stanovení délky fronty

Stanovuje odhadovanou délku fronty $N_{95\%}$ na základě stupně vytížení vjezdu. Vypočte se dle vzorce (23).

$$N_{95\%} = \frac{3}{2} C_n \left(a_v - 1 + \sqrt{(1 - a_v)^2 + 3 \cdot \frac{8 \cdot a_v}{C_n}} \right) \quad (23)$$

kde

$N_{95\%}$ 95% délka fronty (95% času ve špičkové hodině je fronta kratší) [m]

a_v stupeň vytížení [–]

C_n kapacita pruhu dopravního proudu n [jvoz/h] [13]

$$a_v = \frac{I_n}{C_n} \quad (24)$$

kde

a_v stupeň vytížení [–]

I_n návrhová intenzita dopravního proudu n [jvoz/h]

C_n kapacita pruhu dopravního proudu n [jvoz/h] [13]

Posouzení úrovně kvality dopravy

ÚKD se stanoví na základě střední doby zdržení vozidel. Limitní hodnoty pro neřízené křižovatky jsou uvedeny v Tab. 24.

Tab. 24 - Limitní hodnoty střední čekací doby na vjezd do neřízené křižovatky (průměrné, stykové i okružní) pro stanovení ÚKD [2]

Úroveň kvality dopravy		Střední čekací doba
Označení	Charakteristika doby čekání	
A	Doba čekání velmi malá	≤ 10
B	Zdržení ještě bez front	≤ 20
C	Ojedinělé krátké fronty	≤ 30
D	Stabilní stav s vysokými ztrátami	≤ 45
E	Nestabilní stav	> 45
F	Překročená kapacita	-

2.3.2 Výsledky

Souhrn vypočtených výsledků pro rok 2010 a 2030 je uveden v Tab. 25. Hodnotí se pouze ramena, v nichž se vyskytují podřazené dopravní proudy. Pro hlavní komunikaci tedy rameno B a pro vedlejší komunikaci rameno C.

Tab. 25 – Výsledné hodnoty výpočtu kapacity neřízené křižovatky

Dopravní proud	rok	rezerva kapacity [pvoz/h]	délka fronty [m]	střední doba zdržení [s]	ÚKD
7+8 (rameno B)	2010	843	6	5	A
	2030	873	8	5	A
4 nebo 4+6 (rameno C)	2010	155	24	23	C
	2030	-147	502	$a > 1$	F

Požadovaná úroveň kvality dopravy je pro komunikace III. třídy stupeň E. Z výsledků je patrné, že v současnosti křižovatka tomuto požadavku vyhoví. Výhledově však na vedlejší komunikaci dojde k překročení kapacity, čímž nebude splněn požadavek na ÚKD. Tento stav by měl být řešen změnou organizace dopravy.

Tato varianta (intenzity dopravy na stykové křižovatce v roce 2030) byla vymodelována v software pro mikroskopickou simulaci dopravy, PTV VISSIM. Ukázka

výsledků je v Příl. č. 16. Výsledky jsou pouze orientační a nenahrazují výsledky kapacitních výpočtů. Detailní nastavení a detailní model není předmětem této DP.

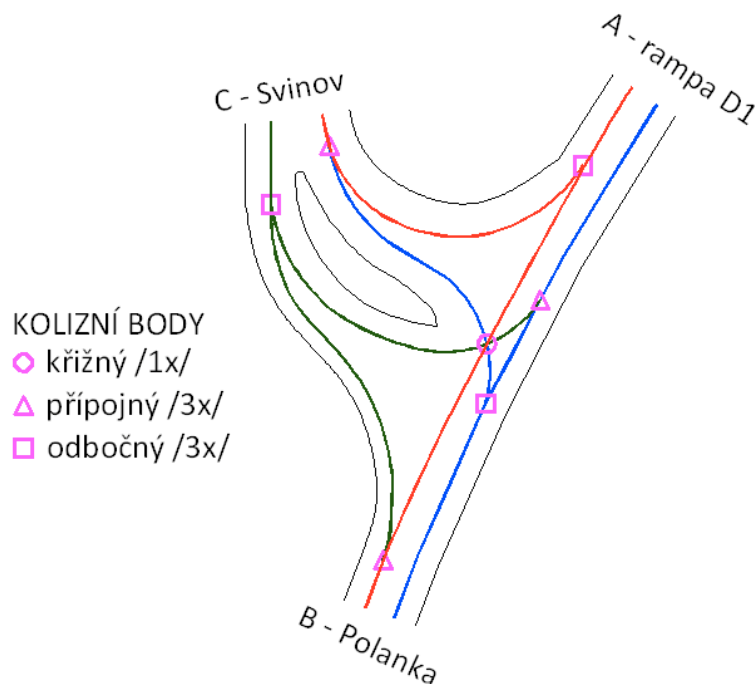
3 Dopravní nehodovost

Tato kapitola se zabývá analýzou dopravních nehod a konfliktních situací. Cílem je především stanovit základní statistiku, tj. příčiny DN, jejich závažnost a relativní nehodovost a tyto statistiky porovnat se statistikou dopravní nehodovosti v Ostravě.

Dále je proveden rozbor nejčastějších DN a zjištění jejich příčin. Výsledkem jsou doporučení ke zlepšení bezpečnosti provozu na křižovatce.

Kolizní body

Určitou teoretickou souvislost s bezpečností křižovatky mají tzv. kolizní body, tj. místa, kde dochází ke křížení, připojování či odbočování dopravních proudů. Obecně platí, že čím méně kolizních bodů se na křižovatce vyskytuje, tím by měla být bezpečnější. Největší potenciální nebezpečí představují křížné body. Na stávající křižovatce, se dosáhlo fyzickým usměrněním kapkovitým ostrůvkem snížení počtu kolizních bodů oproti křižovatce neusměrněné. Počet a místa kolizních bodů jsou patrné z Obr. 10.



Obr. 10 – Kolizní body na stávající křižovatce

3.1 Analýza dopravních nehod

Jako podklad slouží statistika DN, ke kterým byla volána policie ČR.

Statistika je za období celého roku 2008, 2009 a 1. - 7. měsíc roku 2010. Tedy v podstatě za celou dobu existence křižovatky ve stávajícím stavu. Křižovatka byla uvedena do provozu v listopadu 2007.

Pokles zaznamenaných dopravních nehod v roce 2009 je způsoben především novelou zákona o silničním provozu provedenou zákonem č. 274/2008 Sb. s účinností od 1.1.2009.

Důvodem je zvýšení limitu pro oznamovací povinnost na 100 tis. Kč.

Počet a příčinu dopravních nehod uvádí Tab. 26.

Místa dopravních nehod jsou v Příl. č. 11.

Tab. 26 – Data dopravních nehod

PŘÍČINA	2008					2009					1-7 2010					Σ				
	DN	S	TZ	SZ	HS	DN	S	TZ	SZ	HS	DN	S	TZ	SZ	HS	DN	S	TZ	SZ	HS
nedání přednosti v jízdě	6	1	0	0	350	2	0	0	2	120	4	0	0	0	166	12	1	0	2	636
nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	1	0	0	0	70	1	0	0	0	35	0	0	0	0	0	2	0	0	0	105
řidič se plně nevěnoval řízení	1	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	25
nepřízpůsobení rychlosti stavu vozovky	1	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	80
Σ	9	1	0	0	525	3	0	0	2	155	4	0	0	0	166	16	1	0	2	846

kde

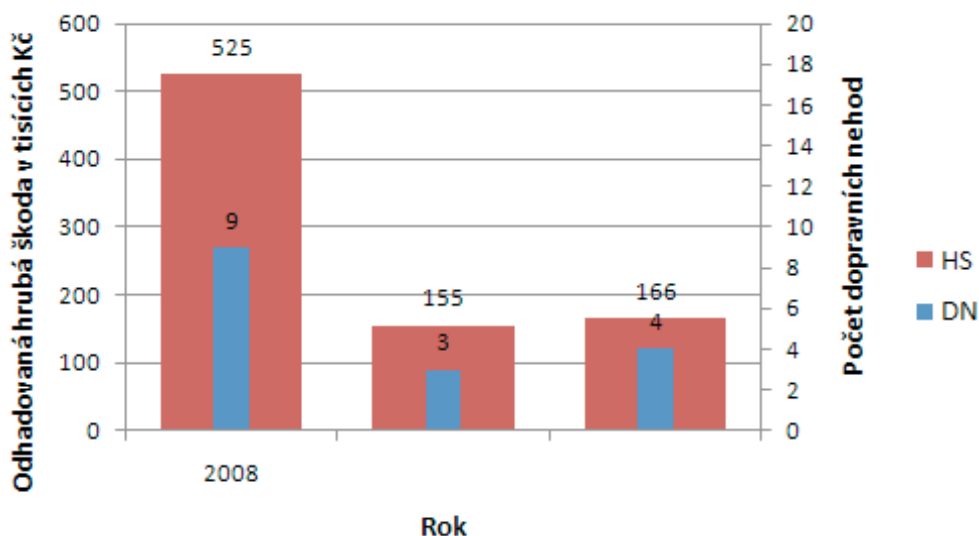
DN počet dopravních nehod
S usmrcení
TZ těžké zranění (léčení > 6 týdnů)
SZ střední zranění (léčení > 7dní)
HS odhadovaná hmotná škoda v tis. Kč

Pro porovnání se 10 a více nehod za rok uvažuje jako vysoká nehodovost a 5–9 nehod za rok jako zvýšená nehodovost [22].

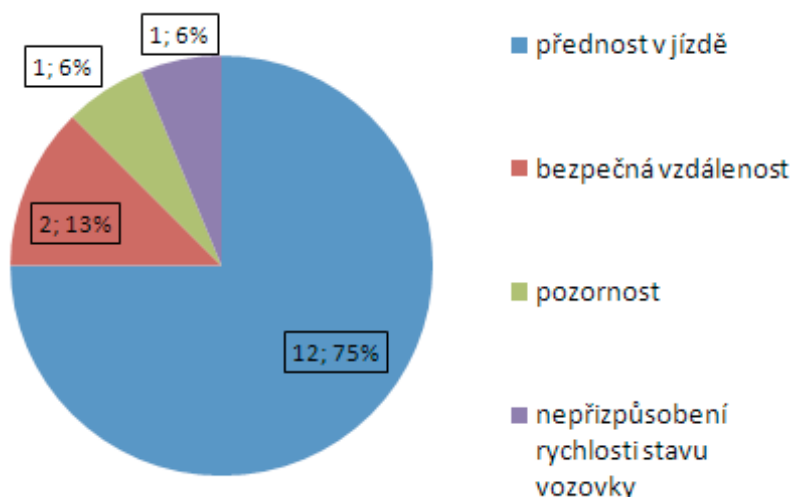
Rok 2008 tedy spadá do kategorie vysoké nehodovosti. Za rok 2010 jsou uvedeny nehody pouze do 7. měsíce. Pokud bychom kritérium zvýšené nehodovosti přepočítali na měsíce, pak pro 7 měsíců by jí příslušelo 2,9–5,25 nehod. V tomto případě pak můžeme i část roku 2010 zařadit do kategorie zvýšené nehodovosti.

V roce 2008 bylo v Ostravě zaznamenáno 68 křižovatek se zvýšenou a vysokou nehodovostí, v roce 2009 jich pak bylo 28.

Graf 3 – Počet dopravních nehod a odhadovaná hrubá škoda



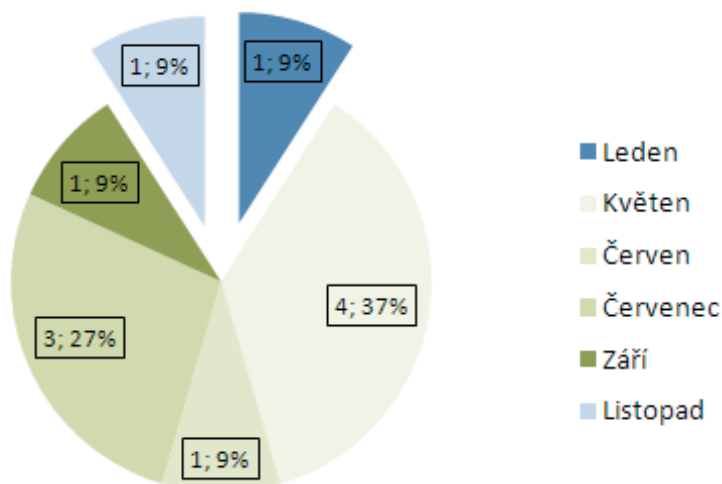
Graf 4 – Příčina dopravních nehod



Z grafu č. 4 je patrný velmi vysoký podíl DN zapříčiněných nedáním přednosti v jízdě.

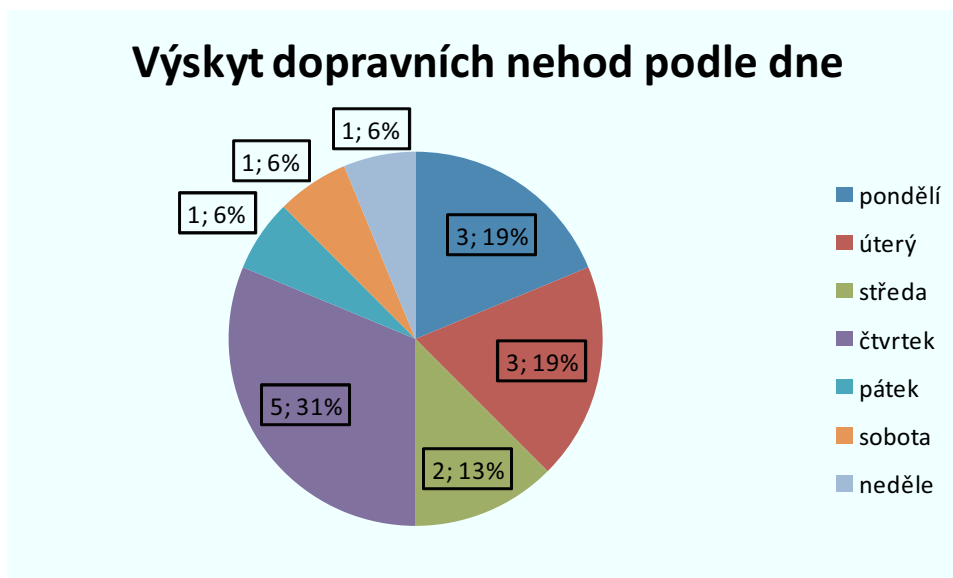
Z toho 11 DN vzniklo situací, kdy vozidlo na vedlejší komunikaci odbočující doleva nedalo přednost vozidlu jedoucímu přímo z ramene A do ramene B. Výskyt tolika stejných DN již není náhodný a ukazuje to na možnou příčinu v uspořádání křižovatky. Co se týká geometrie, tak křižovatka není nijak rozlehlá a jeví se jako přehledná. Problém tedy může být ve špatném rozhledu. Jedinou příčinou špatného rozhledu v tomto směru může být vysoká tráva na kapkovitém dopravním ostrůvku. Tuto domněnku potvrzuje i fakt, že celých 9 z 11 DN se stalo v měsíci, kdy je možný výskyt vysoké trávy. Závislost DN zapříčiněných touto situací na měsících je znázorněna v grafu č. 5.

Graf 5 - Závislost vybraných DN na měsíci



V zelených odstínech jsou měsíce, kdy se dá předpokládat výskyt vysoké trávy, je to celých 82%.

Závislost všech DN nehod na dnech v týdnu odpovídá týdenním variacím intenzit dopravy.



3.1.1 Závažnost dopravních nehod

Udává průměrnou závažnost DN v dané lokalitě za sledované období, výsledkem je bezrozměrné číslo a vyjádřit ji lze vzorcem (25):

$$\text{závažnost} = \frac{S \cdot 500 + TZ \cdot 100 + SZ \cdot 50 + HS[\text{v tis.Kč}] \cdot 1}{DN} \quad (25)$$

kde

DN	počet dopravních nehod
S	usmrcení
TZ	těžké zranění (léčení > 6 týdnů)
SZ	střední zranění (léčení > 7dní)
HS	odhadovaná hmotná škoda v tis. Kč [22]

$$\text{závažnost}_{2008} = \frac{1 \cdot 500 + 0 \cdot 100 + 0 \cdot 50 + 525 \cdot 1}{9} = 114$$

$$\text{závažnost}_{2009} = \frac{0 \cdot 500 + 0 \cdot 100 + 2 \cdot 50 + 155 \cdot 1}{3} = 85$$

$$\text{závažnost}_{2010} = \frac{0 \cdot 500 + 0 \cdot 100 + 0 \cdot 50 + 166 \cdot 1}{4} = 42$$

$$\text{závažnost}_{\text{celkem}} = \frac{1 \cdot 500 + 0 \cdot 100 + 2 \cdot 50 + 846 \cdot 1}{16} = 90$$

Pro srovnání jsou v Tab. 27 a Tab. 28 uvedeny závažnosti na křižovatkách v Ostravě s nejvyšším stupněm závažnosti:

rok 2008

Tab. 27 – Křižovatky s nejvyšším stupněm závažnosti v Ostravě za rok 2008 [22]

KŘIŽOVATKA	ZÁVAŽNOST
PLZEŇSKÁ x HORNÍ x MORAVSKÁ	262
LIHOVARSKÁ x VRATIMOVSKÁ	203
MARTINOVSKÁ x ČS. AMÁDNIHO SBORU	166

Pro rok 2008 byla křižovatka vyhodnocena jako 12. v závislosti na závažnosti DN, přičemž byly vyhodnocovány lokality s 3 a více nehodami.

rok 2009

Tab. 28 – Křižovatky s nejvyšším stupněm závažnosti v Ostravě za rok 2009 [23]

KŘIŽOVATKA	ZÁVAŽNOST
BÍLOVECKÁ x NAD PORUBKOU	177
VÍTKOVICKÁ x ŽELEZÁRENSKÁ	164
RUDNÁ x ZÁVODNÍ	147

Pro rok 2009 nelze křižovatku zařadit, protože byly vyhodnocovány křižovatky se 4 a více nehodami. Pomyslně by však byla cca na 40 pozici.

3.1.2 Relativní nehodovost

Nejvyšší vypovídací hodnotu má ukazatel relativní nehodovosti. Jde o závislost celkového počtu dopravních nehod na počtu vozidel projíždějících křižovatkou. Vyjádřena je vztahem (26).

$$R = \frac{N_o}{RPDI \cdot t} \cdot 10^6 \quad (26)$$

kde:

- R relativní nehodovost [počet DN/mil.voz.]
 N_o celkový počet nehod ve sledovaném období
 $RPDI$ průměrná denní intenzita provozu=RPDI [jvoz/den]
 t sledované období [dny] [22]

Výsledné hodnoty relativní nehodovosti jsou zobrazeny v Tab. 29.

Tab. 29 – Výsledné hodnoty relativní nehodovosti

rok	N [-]	RPDI [voz/den]	t [dny]	R [DN/mil.voz.]
2008	9	12696	365	1.94
2009	3	12825	365	0.64
2010	4	12955	213	1.45
celkem	16	12825	943	1.32

Za obvyklou hodnotu se považuje $R < 0.1; 0.9 >$. Pokud je $R \geq 1.6$, značí to, že na křižovatce je nějaký zásadní bezpečnostní nedostatek.

Pro srovnání jsou opět uvedeny 3 křižovatky s nejvyšší relativní nehodovostí pro rok 2008 a 2009. Ve statistice za rok 2008 jsou započítány jen křižovatky s minimálně 4 nehodami, v roce 2009 pak min. s 3 nehodami.

Tab. 30 – Křižovatky s nejvyšší relativní nehodovosti v Ostravě za rok 2008 [22]

KŘÍŽOVATKA	N [-]	RPDI [voz/den]	R [nehod/mil.voz]
17. LISTOPADU x PŮBĚŽNÁ	15	12850	3.20
rampa k SHOPINGPARKU	6	5800	2.83
ČESKOBRATRSKÁ x JV rampa BOHUM	14	16400	2.34

Tab. 31 Křižovatky s nejvyšší relativní nehodovostí v Ostravě za rok 2009 [23]

KŘÍŽOVATKA	N [-]	RPDI [voz/den]	R [nehod/mil.voz]
VARENSKÁ - vjezd k FUTURU	5	6650	2.06
KRMELÍNSKÁ x MITROVICKÁ	6	10750	1.53
17. LISTOPADU x PRŮBĚŽNÁ	7	12850	1.49

3.1.3 Závěr k dopravní nehodovosti

Na sledované křižovatce bylo nahlášeno a šetřeno policií ČR celkem 16 dopravních nehod. Z toho 75% byla zapříčiněna nedáním přednosti v jízdě. 1 nehoda byla způsobena pod vlivem alkoholu.

Fakt, že celých 75 % dopravních nehod je způsobeno nedáním přednosti v jízdě, je zarážející. Přitom průměrně to je na všech stykových křižovatkách na území města Ostravy za rok 2009 pouze 30%. Stavební uspořádání odpovídá normovým požadavkům a teoretické rozhledové poměry jsou dobré. O to více je toto zjištění překvapující. Při podrobnějším zkoumání byly zjištěny následující okolnosti, které mohou tento jev způsobovat:

- špatný rozhled přes kapkovitý ostrůvek vlivem vysokého travního porostu, patrně z Příl. č. 17
- překračování povolené rychlosti:

Na hlavní komunikaci je v místě křižovatky rychlost omezená SDZ na 60 km/h. Tomuto úseku však předchází povolená rychlost na 80 km/h. Na takto krátkých úsecích pak reálně dochází k tomu, že řidiči omezení rychlosti nerespektují. Tomu nahrává i fakt, že vozidla jedoucí z rampy mimoúrovňové křižovatka jedou z kopce. Navíc řidiči z tohoto směru jsou „rozjetí“ z komunikací vyšších tříd (D1, I/11). Částečným potvrzením těchto úvah je i to, že v tomto úseku je často policií překračování rychlosti měřeno. Vysoká rychlost vozidel na hlavní komunikaci pak může zapříčinit zkreslený odhad řidičů dávajících přednost. Taktéž tím dochází ke zvětšování délky rozhledu pro zastavení a samotné brzdné dráhy. Rovněž lze konstatovat, že v záznamu o nehodě je jako příčina uvedeno nedání přednosti v jízdě, avšak ve skutečnosti na tom může mít velký podíl i vysoká rychlost. Tu je však při šetření dopravní nehody těžké prokázat.

Byla zjištěna vysoká hodnota závažnosti DN v roce 2008. Ta je však způsobena 1 smrtelnou nehodou. Příčinou nehody bylo nedání přednosti v jízdě nákladnímu vozidlu.

Závažnosti ostatních DN jsou na průměrné úrovni. Kromě 1 smrtelného zranění byla zaznamenána 2 středně těžká zranění.

Poměrně vysoká však byla zaznamenána relativní nehodovost, resp. počet nehod na 1 mil. vozidel. Především v roce 2008 se tato křižovatka umístila na předních příčkách a překročila hodnotu 1,6, jenž značí jisté znepokojení ohledně bezpečnosti křižovatky. V roce 2009 hodnota prudce klesla, ovšem v letošním roce se hodnota vyšplhala těsně pod hranici 1,6. V průměru pak hodnota vyšla na 1,32, což lze pravděpodobně považovat za přibližně odpovídající hodnotu. Tato hodnota je nad běžnou hodnotou 0,9 a zároveň pod alarmující hodnotou 1,6. Avšak s přihlédnutím k typům dopravy (bez pěší dopravy) na křižovatce a faktu, že se jedná o stykovou křižovatku s optimálním úhlem křížením lze usoudit, že hodnota relativní nehodovosti by měla být podstatně nižší.

Křižovatka by zasloužila jistá bezpečnostní opatření. V Ostravě je však křižovatek s podobnou nebo horší bezpečností desítky. Bude tedy velmi záležet na investičních nákladech na realizaci bezpečnostních opatření. Pokud by projekt dosáhl vysokého mezního užitku, resp. při malých nákladech bude dosaženo velkého zvýšení bezpečnosti, pak má šanci na realizaci.

Z toho vycházejí i variantní návrhy, které kládou důraz na minimalizaci nákladů při zachování požadavků na vysokou bezpečnost a kapacitu.

3.2 Konfliktní situace

Konfliktními situacemi se rozumí takové okamžiky a situace v silničním provozu, kdy vzniká (nebo může vzniknout) pro některé jeho účastníky větší než obvyklá míra nebezpečí.
[15]

Každé dopravní nehodě musí standardní konfliktní situace předcházet. V tomto smyslu lze chápat dopravní nehodu jako důsledek takové konfliktní situace, kdy se nepodařilo míru nebezpečí střetu vozidla s okolím odvrátit. Konfliktní situace jsou tedy potenciální nehodové situace a jejich typ proto předurčuje typ z toho rezultující dopravní nehody. Z toho vyplývá, že na základě pozorování a analýzy konfliktních situací lze činit závěry o míře nebezpečnosti dotyčného místa a tedy i činit opatření ke zvýšení bezpečnosti.
[15]

3.2.1 Popis metodiky analýzy konfliktních situací

Vyhodnocení KS bylo provedeno z videozáznamu pořízeného při dopravním průzkumu. Analýza proběhla v době špičkové hodiny, tj. 15:00-16:00. K popisu KS je užito 3místného klasifikačního symbolu, ze kterého lze vyčíst účastníka, způsob a závažnost konfliktu. Klíč ke kódům klasifikačního symbolu je uveden na v Tab. 32.

Tab. 32 – Klasifikační znaky konfliktních situací

Klasifikace podle účastníků	
1	automobil
2	motorka
3	cyklista
4	automobil x automobil
5	automobil x cyklista
6	automobil x motorka
Klasifikace podle způsobu konfliktu	
... A ...	příčnějedoucí
... B ...	protijedoucí
... C ...	ve stykovém bodě
... D ...	najetím zezadu
... E ...	se souběžně jedoucím
... O ...	otáčení
... v ...	zavinilo vozidlo
... c ...	zavinil cyklista
... a ...	agresivita
... p ...	pasivita
... ř ...	špatné řazení
... o ...	objíždění čekajícího vozidla
... s ...	vyčkávaní za stop čarou
Klasifikace podle závažnosti	
... .. 1	bez reakce (= bez omezení / ohrožení)
... .. 2	bez násilné reakce (= omezení)
... .. 3	s ostrout reakcí (= ohrožení)
... .. 4	dopravní nehoda

Každá postřehnutá KS se zaznamenává do formuláře.

3.2.2 Analýza a vyhodnocení

Postřehnuté KS jsou uvedeny v Tab. 33. Opakující se druhy KS jsou barevně odlišeny.

Tab. 33 – Záznam konfliktních situací

Časový úsek	Čas video	Čas skutečný	Číslo KS	Symbol	Stručný popis KS
III. 15:00-15:15		15:00			
	0:00:40	15:00:40	1	1p1	pasivita vozidla z proudu 4 (čkal na pomalý proud 3)
	0:01:09	15:01:49	2	1p1	pasivita vozidla z proudu 7 (čkal na pomalý proud 3)
	0:01:28	15:03:17	3	4o1	proud 8 objíždí zprava čekající vozidlo (proud 7)
	0:02:34	15:05:51	4	1s1	proud 6, vyčkávání za stop čarou
	0:07:57	15:13:48	5	1ř1	vozidlo v proudu 4 si najelo na střed bez blokování
	0:09:10	15:22:58	6	1s1	proud 6, vyčkávání za stop čarou
	0:12:25	15:35:23	7	1s1	proud 6, vyčkávání za stop čarou
IV. 15:15-15:30		15:15			
	0:03:23	15:18:23	9	1s1	proud 6, vyčkávání za stop čarou
	0:03:50	15:18:50	10	1s1	proud 6, vyčkávání za stop čarou
	0:05:13	15:20:13	11	4o1	proud 8 objíždí zprava čekající vozidlo (proud 7)
	0:08:04	15:23:04	12	6o1	proud 8 objíždí zprava čekající vozidlo (proud 7)
	0:11:40	15:26:40	13	1p1	pasivita vozidla z proudu 4 (čkal na pomalý proud 8)
	0:11:55	15:26:55	14	1ř1	vozidlo v proudu 4 si najelo na střed a blokuje proud 6
	0:12:43	15:27:43	15	4o1	proud 8 objíždí zprava čekající vozidlo (proud 7)
V. 15:30-15:45		15:30			
	0:02:41	15:32:41	18	1ř1	vozidlo v proudu 4 si najelo na střed bez blokování
	0:03:20	15:36:01	19	1s1	proud 4, vyčkávání za stop čarou
	0:03:40	15:39:41	20	1s1	proud 6, vyčkávání za stop čarou
	0:05:13	15:44:54	21	1s1	proud 6, vyčkávání za stop čarou
	0:07:31	15:52:25	22	1s1	proud 6, vyčkávání za stop čarou
	0:10:31	16:02:56	23	4o1	proud 8 objíždí zprava čekající vozidlo (proud 7)
	0:13:18	16:16:14	24	4D2	vjíždějící vozidlo z proudu 4 donutilo zpomalit vozidlo v proudu 8
VI. 15:45-16:00		15:45			
	0:01:43	15:46:43	25	1s1	proud 6, vyčkávání za stop čarou
	0:04:21	15:51:04	26	1s1	proud 6, vyčkávání za stop čarou
	0:04:45	15:55:49	27	1s1	proud 4, vyčkávání za stop čarou
	0:05:00	16:00:49	28	1sř1	proud 4, vyčkávání za stop čarou+najetí na střed a blokování proudu 6
	0:05:25	16:06:14	29	1s1	proud 4, vyčkávání za stop čarou
	0:12:14	16:18:28	30	1s1	proud 6, vyčkávání za stop čarou
	0:12:56	16:31:24	31	1s1	proud 6, vyčkávání za stop čarou

Výpočet

Pro vyhodnocení analýzy se užívá ukazatel relativní konfliktnosti a ukazatel vážené relativní konfliktnosti.

Ukazatel relativní konfliktnosti je dán vztahem (27) a ukazatel vážené relativní konfliktnosti vztahem (28). Pro výpočet se uvažují pouze KS se stupněm závažnosti 2 a více.

Relativní vyjadřuje poměr počtu KS a intenzity dopravy ve sledované době. Vážená relativní konfliktnost pak zohledňuje i závažnost KS.

$$K_R = \frac{P_{KS}}{I} \cdot 100 = \frac{1}{1079} \cdot 100 = 0,093 \text{ [KS / 100vozidel]} \quad (27)$$

$$K_{RV} = \frac{P_{KS} \cdot k_Z}{I} \cdot 100 = \frac{1 \cdot 3}{1079} \cdot 100 = 0,278 \text{ [KS / 100vozidel]} \quad (28)$$

kde

- K_R relativní konfliktnost [KS/100voz]
 P_{KS} počet konfliktních situací za hodinu
 I hodinová intenzita celé křižovatky [voz/h]
 K_{RV} relativní vážená konfliktnost [KS/100voz]
 k_Z koeficient závažnosti (hodnoty viz Tab. 34) [15]

Tab. 34 - Hodnoty koeficientu závažnosti [15]

Konfliktní situace	koeficient k_Z
1. stupeň závažnosti	1
2. stupeň závažnosti	3
3. stupeň závažnosti	6

Relativní konfliktnost celé křižovatky z provedeného měření je $K_R = 0,093 \text{ [KS / 100vozidel]}$ a vážená relativní konfliktnost celé křižovatky je $K_{RV} = 0,278 \text{ [KS / 100vozidel]}$.

3.2.3 Závěr k analýze konfliktních situací

Dá se konstatovat, že relativní konfliktnost z provedeného měření na křižovatce je velmi malá, resp. žádná. Což nekoresponduje s výsledky získaných analýzou dopravních nehod. Tento nesoulad může mít několik faktorů:

- nepostřehnutelnost KS

Obecně platí, že z videozáznamu jsou některé KS jen velmi těžce postřehnutelné nebo téměř nepostřehnutelné. Jedná se např. o změnu rychlosti jízdy, resp. brzdění a prudké brzdění. Ze záznamu nejdou vidět brzdová světla a odhadnout, jak moc vozidlo zpomaluje,

taktéž téměř nejde. Dále pak konflikty, při kterých figuruje znamení o změně směru jízdy (blikající blinkr), z videozáznamu taktéž nejde vidět. Naopak dobře viditelné jsou konflikty typu nedání přednosti v jízdě, situace zapříčiněné chodci, cyklisty a tramvajemi. Vzhledem k charakteru provozu na sledované křižovatce se dají předpokládat především konfliktní situace ze skupiny špatně postřehnutelných. Což způsobilo tak nízkou relativní konfliktnost. Resp. výsledek neříká, že křižovatka je naprosto bezkonfliktní, konflikty mohou být jen viditelné z jiného úhlu pohledu, např. z místa řidiče.

- nahodilost jevů

Bylo provedeno jen jedno měření v délce 1 hodiny, což je příliš malý statistický soubor na vyloučení chyb, resp. chyba měření u tak nahodilých pozorovaných jevů může být velmi velká.

Z výše uvedeného vyplývá, že pro vyvození závěru by bylo např. vhodné doplnit pozorovací metodu měřením rychlosti, provést více měření a udělat videozáznam každého ramene křižovatky.

V dané situaci má tedy větší a směrodatnou vypovídací hodnotu analýza dopravních nehod.

4 Variantní návrhy úprav

Cílem navržených variant je odstranit či eliminovat stávající zjištěné problémy, aniž by vznikly problémy nové, např. migrace dopravních nehod. To vše s minimálními investičními náklady.

Shrnutí problémů, které je potřeba odstranit:

- výhledově nedostatečná kapacita na vedlejší komunikaci
 - nejintenzivnější dopravní proudy nejsou na hlavní komunikaci /viz Obr. 8/
- poměrně velká relativní nehodovost
 - vysoká rychlost vozidel na hlavní komunikaci (podélný sklon, vysoká dovolená rychlost před i za úsekem)
 - špatné rozhledové poměry z vedlejší komunikace při najíždění vozidel

V prvotní rozvaze je uvažováno celkem 6 variant, z nichž jsou 2 vybrány pro podrobnější řešení.

Uvažované varianty:

Varianta 1 – Změna směru hlavní komunikace

Uvažuje se změnou směru hlavní komunikace z ramene A-B do ramene A-C, tedy ve směru nejsilnějšího dopravního proudu. Jednalo by se tedy o zalomenou hlavní komunikaci.

Výhody

- velmi levné a jednoduché
- částečně vyřeší problém s kapacitou a rozhledem

Nevýhody

- velmi nebezpečné (psychologicky je dávání přednosti v jízdě v přímém směru vždy velmi problematické)
- nutno omezit rychlost – komplikované, aby omezení řidiči dodržovali
- zdržení vozidel se přeneso z ramene C do ramene B (jsou tam sice menší intenzity, ale není tam ani krátký řadící pruh – na rozdíl od ramene C)
- řidiči jsou zvyklí na současný stav, takto provedená změna organizace dopravy by mohla mít katastrofické následky

Verdikt:

Pravděpodobně by se zvýšila nehodovost i závažnost dopravních nehod. Zároveň by se nevyřešil kapacitní problém. Přínosy nejsou v podstatě žádné, zápory jsou neakceptovatelné.

S touto variantou nebude dále uvažováno.

Varianta 2 – Usměrnění výjezdu na vedlejší komunikaci

Trojúhelníkovým ostrůvkem se usměrní proudy 4 a 6. Ostrůvek může být fyzický anebo pouze optický.

Výhody

- levné, nenáročné, neomezí provoz
- částečně zvýší bezpečnost (řeší problém rozhledu najíždějících vozidel z vedlejší komunikace)

Nevýhody

- nezvýší kapacitu
- nevyřeší rychlost na hlavní
- skoro mrtvý úhel při odbočení doprava

Verdikt:

Levná varianta, která toho ovšem moc nevyřeší, optimálnější bude tato varianta v kombinaci se SSZ.

Varianta 3 – Zřízení odbočovacích pruhů na hlavní komunikaci

Uvažuje v oblasti křižovatky přidání 1 jízdního pruhu, který by sloužil jako odbočovací a současně usměrnění výjezdu na vedlejší komunikaci

Výhody

- částečné zvýšení kapacity
- částečné zvýšení bezpečnosti

Nevýhody

- vysoké investiční náklady
- prostor pro rozšíření je omezen inženýrskou sítí a soukromými pozemky

Verdikt:

Řeší problém kapacity a bezpečnosti jen částečně, optimálnější bude tato varianta v kombinaci se SSZ.

Varianta 4 – Usměrnění výjezdu na vedlejší komunikaci + řízení provozu SSZ

Usměrnění na vedlejší komunikaci umožní zřídit SSZ pro odbočení vlevo i vpravo

Výhody

- malé stavební úpravy
- zvýší kapacitu
- vyřeší bezpečnost
- možnost optimalizace řízení

Nevýhody

- při vypnutém SSZ stejné nevýhody jako varianta 2, při stále zapnutém SSZ neefektivita provozu
- bez řadících pruhů je nutné 3 fázové řízení, což přináší časovou ztrátu

Verdikt:

Tato varianta se jeví jako vhodná (řeší všechny problémy) a bude dále rozpracována a posouzena.

Varianta 5 – Zřízení odbočovacích pruhů na hlavní komunikaci + řízení provozu SSZ

Umožní zřídit samostatné signály pro odbočení na hlavní komunikaci.

Výhody

- stejné jako Varianta 4
- možno použít 2 fázové schéma – větší kapacita

Nevýhody

- velmi vysoké investiční náklady
- prostor pro rozšíření je omezen inženýrskou sítí a soukromými pozemky

Verdikt:

Oproti Variantě 4 přinese jen větší kapacitu, avšak pro uvedené nevýhody je nereálná

Varianta 6 – Malá okružní křižovatka

Výhody

- řeší všechny problémy (rychlost, plynulost, přehlednost, respektuje intenzity jednotlivých vjezdů)
- estetika

Nevýhody

- omezení provozu při výstavbě
- obtížnější průjezd rozměrných vozidel

Verdikt:

Tato varianta se jeví jako vhodná (řeší všechny problémy) a bude dále rozpracována a posouzena.

Z 6 možných variant byly vyhodnoceny jako vhodné varianty pouze 2 a to varianta 4 a 6 Tyto varianty budou dále označovány jako Varianta A – křižovatka řízená SSZ a Varianta B – okružní křižovatka. V následujících kapitolách jsou detailně rozpracovány a posouzeny.

4.1 Varianta A - křižovatka řízená SSZ

4.1.1 Termíny a definice

Fáze

Fází rozumíme časový interval, ve kterém mají současně volno určité, zpravidla vzájemně nekolizní dopravní pohyby na křižovatce [6].

Fázové schéma

Fázové schéma je přiřazení dopravních pohybů jednotlivým fázím a nejvýhodnější pořadí fází [6].

Mezičas

Mezičas je časový interval od konce zelené na návěstidle pro jeden směr po začátek doby zelené na návěstidle pro kolizní směr [6]

Značení dopravních proudů

Pro potřeby návrhu SSZ jsou dopravní proudy značeny následujícím způsobem:

A, B, C	rameno křižovatky, ze kterého dopravní proud najíždí
<, ^, >	směr, do kterého vozidlo jede, tj. vlevo, přímo, vpravo

Značení návěstidel

V	návěstidlo pro vozidla
S	doplňující zelená směrová šipka pro vozidla
A, B, C	rameno křižovatky, v němž je umístěno návěstidlo
1, 2	směrová skupina ve stejném rameni

4.1.2 Výhody a nevýhody řešení

Výhody

- minimální stavební úpravy, jednoduché povolovací řízení
- zachování stávající geometrie, bezproblémový průjezd všech vozidel
- minimální omezení provozu v průběhu výstavby
- možnost optimalizace signálního plánu v průběhu životnosti

Nevýhody

- překopy
- řízení pouze v omezené době, při vypnutém tak bude bezpečnost stejná jako na neřízené křižovatce

- neefektivita provozu při malých intenzitách
- neplynulý provoz
- aktivní řízení dopravy – možné technické problémy, údržba, ladění

4.1.3 Návrh geometrie

Šířkové poměry na hlavní komunikaci neumožňují zřízení odbočovacích pruhů. Rozšíření komunikace o další jízdní pruh neumožňují místní poměry, resp. vedení vodovodního řadu podél komunikace. Na vedlejší komunikaci je rozšířen vjezd a jeho šířka je vhodná pro vytvoření vlastních pruhů pro odbočení vlevo i vpravo. Usměrnění bude provedeno fyzickým dopravním ostrůvkem a vodorovným dopravním značením. Každý z těchto odbočovacích pruhů bude tak mít vlastní návěstidlo, čímž se částečně zvýší kapacita.

Umístění návěstidel:

Návěstidlo VA – tříbarevné návěstidlo, řídí provoz na rameni A pro přímý i odbočující směr. Na 4 m výložníku pak bude umístěno opakovací návěstidlo VA´

Návěstidlo SA – zelená šipka vpravo, umožňuje ve fázi, kdy bude odbočení vpravo bezkolizní s ostatními dopravními pohyby, průjezd vozidlům odbočujícími vpravo. Dojde ke zvýšení kapacity, ale jen částečně. Toto odbočení vpravo je podmíněno tím, aby tento dopravní proud neblokovaly vozidla čekající na signál volno jedoucí přímo. Opakovací návěstidlo SA´ je umístěno na 4 m výložníku.

Návěstidlo VB – tříbarevné návěstidlo, řídí provoz na rameni B pro přímý i odbočující směr. Opakovací návěstidlo VB´ umístěno na 4 m výložníku.

Návěstidlo VC1 – tříbarevné návěstidlo, řídí provoz na rameni C pro proud odbočující vpravo

Návěstidlo VC2 – tříbarevné návěstidlo, řídí provoz na rameni C pro proud odbočující vlevo

Vzhledem k bezkoliznímu dopravnímu proudu C>, v některých fázích, je možno zařadit signál volno na návěstidlo VC1 do více fází. Dojde ke zvýšení kapacity, která však může být negativně ovlivněna krátkými odbočovacími pruhy na rameni C. Pokud bude fronta vozidel ve směru C< přesahovat délku odbočovacího pruhu, neumožní to řazení vozidel ve směru C> i přesto, že budou mít signál volno.

Výkres situace návrhu křižovatky řízené SSZ je v Příl. č. 12.

4.1.4 Kapacitní výpočet

Postup návrhu:

- Stanovení geometrie křižovatky (rozměry, jízdní pruhy, usměrnění, umístění SSZ)
- Stanovení intenzit pro jednotlivé proudy
- Výpočet mezičasů
- Tabulka mezičasů
- Určení počtu cyklů a stanovení fázového schématu
- Výpočet délky optimální délky cyklů metodou saturovaného toku
- Výpočet úrovně kvality dopravy
- Sestavení signálního plánu

Intenzity

Výchozím podkladem pro návrh SSZ jsou intenzity z provedeného dopravně-inženýrského průzkumu. Vycházeno je z intenzit ve špičkové hodině, tj. v 15–16 h, viz Příl. č. 1.

Pro potřeby návrhu SSZ jsou skutečná vozidla přepočítána na jednotková vozidla dle koeficientů uvedených v kap. 2.2.2 v Tab. 1. Vzhledem k tomu, že signalizace vyžaduje nastavení dle aktuálních intenzit, bude signální plán i kapacitní výpočet stanoven pro intenzity zjištěné dopravním průzkumem, tedy v roce 2010 a ne na výhledové intenzity, jak je tomu u neřízených křižovatek. V průběhu životnosti řízené křižovatky je třeba signální plán optimalizovat dle intenzit dopravy. Výpočet kapacity pro rok 2030 byl rovněž proveden, avšak vzhledem k jeho délce jsou uvedeny jen výsledné hodnoty pro potřebu porovnání s jinými variantami.

Pro zjištění doby potřebné pro provoz SSZ je třeba znát celodenní průběh intenzit.

U krátkodobých průzkumů, kde celodenní intenzity nejsou známy, lze využít přepočet podle variačních koeficientů denního průběhu intenzit dopravy pro lehká a těžká vozidla, uvedených v TP 189. Vypočtený celodenní předpokládaný průběh intenzit, je uveden v Tab. 35. Graficky je znázorněn v grafu č. 7. Intenzity jsou uvedeny v jednotkových vozidlech přepočítána dle Tab. 1. Zohledněná je rovněž rozdílná intenzita lehké a těžké dopravy v průběhu dne. Z grafu č. 7 je stanovena **doba provozu SSZ**. Jako hraniční hodnota

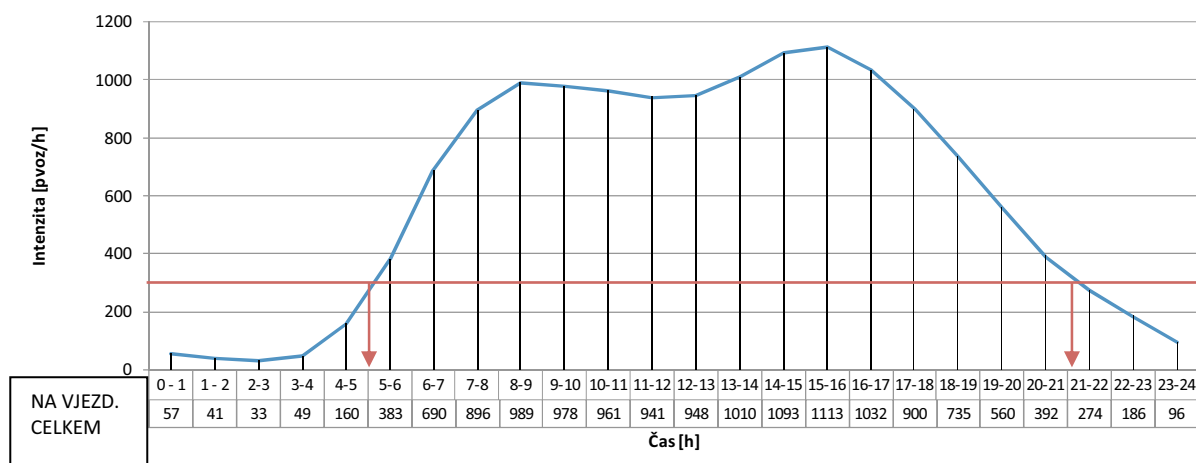
pro řízení provozu SSZ byla stanovena intenzita 300 jvoz/h , čemuž odpovídá čas **5:00 h – 21:00 h** v běžný pracovní den.

Tab. 35 – Denní průběh intenzit vozidel pro výpočet SSZ

STANOVIŠTĚ	SKUPINA	PROUD	15-16	0 - 1	1 - 2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
A	SA	A>	259	13	9	8	11	37	89	161	209	230	228	224	219
	VA	A^	140	7	5	4	6	20	48	87	113	124	123	121	118
	Σ na vjezdu		399	20	15	12	18	57	137	247	321	355	351	345	337
B	VB	B^	96	5	4	3	4	14	33	59	77	85	84	83	81
	VB	B<	205	10	7	6	9	29	70	127	165	182	180	177	173
	Σ na vjezdu		301	15	11	9	13	43	103	186	242	267	264	259	254
C	VC1	C>	195	10	7	6	9	28	67	121	157	173	172	169	165
	VC2	C<	218	11	8	7	10	31	75	135	175	194	192	188	184
	Σ na vjezdu		414	21	15	12	18	59	142	256	333	367	363	357	349
NA VJEZDECH CELKEM			1113	57	41	33	49	160	383	690	896	989	978	961	941
% PODÍL POMALÝCH VOZIDEL			8	6.0	5.0	3.3	2.4	3.8	4.6	5.5	5.7	5.8	5.7	5.6	5.6
Σ POMALÝCH VOZIDEL (N, K, A)			133	9	8	10	20	43	83	125	157	170	172	173	169

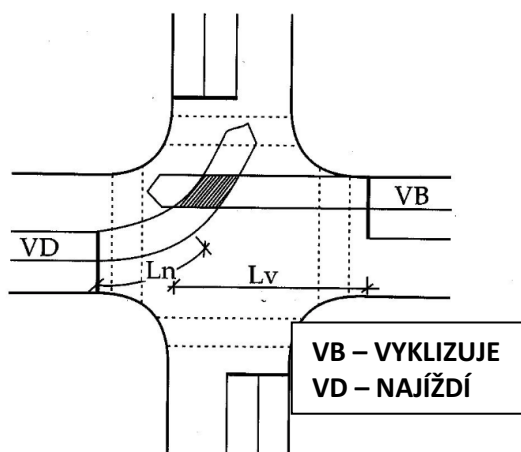
STANOVIŠTĚ	SKUPINA	PROUD	15-16	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
A	SA	A>	259	221	235	254	259	240	210	171	130	91	64	43	22
	VA	A^	140	119	127	138	140	130	113	92	71	49	35	23	12
	Σ na vjezdu		399	340	362	392	399	370	323	263	201	141	98	67	34
B	VB	B^	96	82	87	94	96	89	78	63	48	34	24	16	8
	VB	B<	205	174	186	201	205	190	165	135	103	72	50	34	18
	Σ na vjezdu		301	256	273	295	301	279	243	198	151	106	74	50	26
C	VC1	C>	195	166	177	192	195	181	158	129	98	69	48	33	17
	VC2	C<	218	186	198	214	218	202	176	144	110	77	54	36	19
	Σ na vjezdu		414	352	375	406	414	383	334	273	208	146	102	69	36
NA VJEZDECH CELKEM			1113	948	1010	1093	1113	1032	900	735	560	392	274	186	96
% PODÍL POMALÝCH VOZIDEL			8	5.6	6.2	7.1	8.4	9.7	11.3	12.8	13.4	12.6	10.8	8.9	6.1
Σ POMALÝCH VOZIDEL (N, K, A)			133	170	163	154	133	107	80	57	42	31	25	21	16

Graf 7 – Grafické zobrazení denního průběhu intenzit jednotkových vozidel pro výpočet SSZ a vyznačení doby provozu SSZ



Výpočet mezičasů dopravních pohybů

Mezičas je doba, která je nutná pro odjetí vyklízejícího vozidla z kolizní plochy před vozidlem najíždějícím, aby nedošlo k jejich střetu. Pro stanovení mezičasů je nutno znát geometrii křižovatky, tj. vyklízející a najížděcí dráhy vozidel, z nichž se stanoví kolizní plochy. Princip kolizní plochy je znázorněn na Obr. 11.



Obr. 11 – Kolizní plocha [34]

kde

L_n délka najížděcí dráhy [m]

L_v délka vyklizovací dráhy [m]

Dále se musí stanovená rychlost vyklízejících a najíždějících vozidel. Tyto rychlosti jsou uvedeny v Tab. 36.

Tab. 36 – Standardní hodnoty pro výpočet mezičasů [6]

VYKLIZOVACÍ A NAJÍŽDĚCÍ RYCHLOST	[km/h]	[m/s]
Motorová vozidla		
-v přímém směru	35	9,7
-v oblouku	25	7,0
DÉLKA VYKLIZUJÍCÍHO VOZIDLA A BEZPEČNOSTNÍ DOBA	l_{voz} [m]	t_b [s]
Motorová vozidla	5	2

kde

l_{voz} délka vozidla [m]

t_b bezpečnostní doba [s]

Mezičasy se vypočtou pro všechny křižovatkové pohyby. Vypočtený mezičas je pro další potřebu asymetricky zaokrouhlen (rozhodující hodnota je 0,3) na celé sekundy.

Vypočtené mezičasy jsou v Tab. 37.

Tab. 37 – Výpočet mezičasů

najíždí					vyklizuje							mezičas $t_m = t_v - t_n + t_b$ [s]	mezičas do univ. tabulky mezičasů [s]
proud	směr	najížd. dráha L_n [m]	najížd. rychl. v_n [m/s]	najížděcí doba $t_n = L_n / v_n$ [s]	proud	směr	vykliz. dráha L_v [m]	dl. vykl. vozidla l_{voz} [m]	vykliz. rychl. v_v [m/s]	vyklizovací doba $t_v = (L_v + l_{voz}) / v_v$ [s]	bezp. doba t_b [s]		
A>	vpravo	35.9	7.0	5.1	B<	vlevo	46.2	5	7.0	7.3	2	4.2	4
A^	přímo	25.8	9.7	2.7	B<	vlevo	17.5	5	7.0	3.2	2	2.6	3
A^	přímo	44.1	9.7	4.6	C>	vpravo	1.9	5	7.0	1.0	2	-1.6	0
A^	přímo	20.7	9.7	2.1	C<	vlevo	13.3	5	7.0	2.6	2	2.5	3
B^	přímo	15.8	9.7	1.6	C<	vlevo	8.3	5	7.0	1.9	2	2.3	3
B<	vlevo	14.6	7.0	2.1	C<	vlevo	6.6	5	7.0	1.7	2	1.6	2
B<	vlevo	46.2	7.0	6.6	A>	vpravo	35.9	5	7.0	5.8	2	1.2	1
B<	vlevo	5.6	7.0	0.8	A^	přímo	37.4	5	9.7	4.4	2	5.6	6
C>	vpravo	1.9	7.0	0.3	A^	přímo	44.1	5	9.7	5.1	2	6.8	7
C<	vlevo	4.4	7.0	0.6	A^	přímo	29.1	5	9.7	3.5	2	4.9	5
C<	vlevo	8.3	7.0	1.2	B^	přímo	15.8	5	9.7	2.1	2	3.0	3
C<	vlevo	2.3	7.0	0.3	B<	vlevo	19.1	5	7.0	3.4	2	5.1	5

Tabulka mezičasů

Všechny vypočtené mezičasy se znázorní do přehledné tabulky mezičasů, která bude sloužit jako podklad pro výběr co nejefektivnějšího systému řízení. Mezičasy jsou uvedeny v Tab. 38.

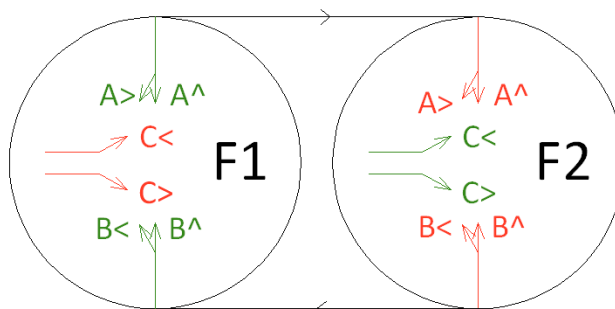
Tab. 38 - Tabulka mezičasů

Dopravní proud		VYKLIZUJE					
		A>	A^	B^	B<	C>	C<
NAJÍŽDÍ	A>				4		
	A^				3	0	3
	B^						3
	B<	1	6				2
	C>		7				
	C<		5	3	5		

Fázové schéma

Stanovuje, do kolika fází bude rozdělen celý opakující se cyklus a jak tyto fáze půjdou po sobě. Pro křižovátku bylo vybráno jako nejvýhodnější 3fázové schéma.

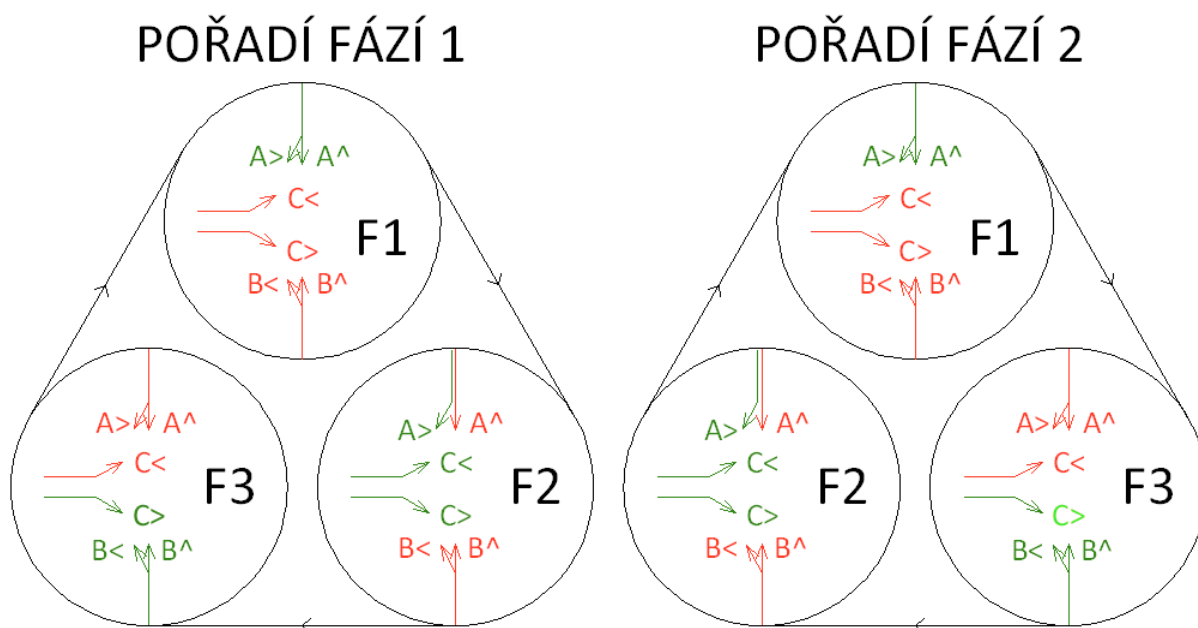
Obecně platí, že čím méně je fází, tím dochází k menšímu zdržení při výměně fází, tj. součet mezičasů je menší. Proto bylo uvažováno i s 2fázovým řízením, které je však při absenci odbočovacích pruhů nevhodné. Znázorněno je na Obr. 12.



Obr. 12 – Dvoufázové schéma

Toto schéma je tzv. podmíněně kolizní, protože proud $B<$ dává přednost proudu $A^>$, který je ve stejné fázi. Při absenci odbočovacích pruhů by docházelo k tomu, že podřazený proud $B<$ by blokoval proud $B^>$ a celé řízení by tak bylo neefektivní.

Proto bylo vybráno 3fázové schéma, které je bezkolizní. Možné jsou 2 kombinace pořadí fází, znázorněny jsou na Obr. 13.



Obr. 13 – 3fázové schéma

Které pořadí fází je výhodnější se zjistí součtem rozhodujících mezičasů mezi jednotlivými fázemi.

Tabulky mezičasů pro pořadí fází 1 a 2 jsou znázorněny v Tab. 39.

Tab. 39 – Tabulka mezičasů pro pořadí fází 1 a pořadí fází 2 s vyznačenými rozhodujícími mezičasy

POŘADÍ FÁZÍ 1		VYKLIZUJE					
		A>	A^	B^	B<	C>	C<
NAJÍŽDÍ	A>				4		
	A^				3	0	3
	B^						3
	B<	1	6				2
	C>		7				
	C<		5	3	5		

POŘADÍ FÁZÍ 2		VYKLIZUJE					
		A>	A^	B^	B<	C>	C<
NAJÍŽDÍ	A>				4		
	A^				3	0	3
	B^						3
	B<	1	6				2
	C>		7				
	C<		5	3	5		

Jednotlivé fáze jsou barevně rozlišeny, kde:

- F1 žlutá
- F2 modrá
- F3 oranžová

Silně ohraničeny jsou pak hodnoty mezičasů, které jsou pro danou fázi rozhodující. Jako rozhodující není vždy považována nejvyšší hodnota. Dopravní proudy, které se vyskytují ve více fázích, tj. C> a samostatné A> nejsou uvažovány, protože tento mezičas lze kompenzovat předčasným vypnutím signálu volno v dané fázi.

$$t_{C1} = t_{M1} + t_{M2} + t_{M3} = 4 + 5 + 3 = 12 \text{ s} \quad (29)$$

$$t_{C2} = t_{M1} + t_{M3} + t_{M2} = 3 + 6 + 5 = 14 \text{ s} \quad (30)$$

kde

t_{Cn} součet rozhodujících mezičasů pro n-té pořadí fází [m]

t_{Mn} rozhodující mezičas n-té fáze [m]

Z výsledků je patrné, že výhodnější je pořadí fází 1, resp. pořadí F1–F2–F3. Stanovený pořadím je tedy pořadí fází 1.

Stanovení doby signálu volno

Pro výpočet délky cyklu, jako vstupní hodnoty poslouží údaje vypočtené v předešlých odstavcích, tj. intenzity špičkové hodiny, fázové schéma a tabulka mezičasů. Pro výpočet je použita metoda saturovaného toku (Websterova metoda), kterou jsou stanoveny délky cyklu a signálu volno v závislosti na stupních saturace vjezdů v daných fázích. S výhodou je využito tabulkového procesoru, který celý výpočet zpřehledňuje. Vypočtené hodnoty jsou v Tab. 40 a

Tab. 41. Pro přehlednost jsou sloupce označeny čísly /1/ – /32/. Na tyto čísla je v postupu výpočtu odkazováno.

Tab. 40 – Výpočet stupně saturace a kvality dopravy

signální skupina	směrová skupina	fáze	intenzita [jv/h]	šířka pruhu [m]	satur. tok základní		sklon [%]	oblouk R [m]	podíl odboč. f	K_{skl}	K_{obl}
					pruh	vjezd					
			/1/	/2/	/3/	/4/	/5/	/6/	/7/	/8/	/9/
VA	A>	1,2	399	3.75	1900	1900	0.63	16.0	0.65	0.987	0.943
	A^	1	399	3.75	1900	1900	0.60	∞	0.65	0.988	1.000
VB	B^	3	301	3.6	1900	1900	-0.60	∞	0.68	1.000	1.000
	B<	3	301	3.6	1900	1900	1.20	16.5	0.68	0.976	0.942
VC1	C>	2, 3	414	3.25	1900	1900	-0.50	28.0	1	1.000	0.949
VC2	C<	2	414	3.25	1900	1900	-2.10	19.0	1	1.000	0.927

signální skupina	směrová skupina	fáze	satur. tok vjezd [jv/h]	$\gamma=l/s$	mezičas [s]	zelená [s]	kapacita [jv/h]	rezerva	l_{pruhu} [m]	t_w [s]	ÚKD
			/10/	/11/	/12/	/13/	/14/	/15/	/16/	/17/	/18/
VA	A>	1,2	1768	0.225792	4	35	556	28%	33.3	2.5	A
	A^	1	1877	0.21271	4	14	556	28%	33.3	20.8	B
VB	B^	3	1900	0.158211	3	10	424	29%	25.1	30.5	B
	B<	3	1746	0.172131	3	10	424	29%	25.1	30.5	B
VC1	C>	2, 3	1803	0.22929	7	29	578	28%	34.5	4.9	A
VC2	C<	2	1761	0.234813	5	14	578	28%	34.5	22.3	B

Tab. 41 – Výpočet délky cyklu a doby signálu volno

fáze	Y_{max}	Y	t_m	I	L	C_{str}	C_{min}	C_{opt}	C			z	z'
									min	max	zvoleno		
/19/	/20/	/21/	/22/	/23/	/24/	/25/	/26/	/27/	/28/	/29/	/30/	/31/	/32/
F1	0.2258	0.6327	4	3	9	12	25	50	38	76	50	14	15
F2	0.2348		5	4								14	15
F3	0.1721		3	2								10	11

Při návrhu jsou použity tyto veličiny:

- I intenzita vjezdů [jvoz/h]
- S saturevaný tok vjezdů [jvoz/h]
- S_{zakl} základní saturevaný tok vjezdů [jvoz/h]
- Y stupeň saturace vjezdů
- Y celkový stupeň saturace
- \check{S} šířka řadicího pruhu [m]
- k_{skl} koeficient sklonu (1,0 až 0,8)
- k_{obl} koeficient oblouku (1,0 až 0,4)
- a poloměr směrového oblouku při odbočování [m]
- f podíl odbočujících vozidel z celkové intenzity vjezdů (0 až 1)

f	$\frac{\text{intenzita odbočujících vozidel [jv/h]}}{\text{celková intenzita vjezdu [jv/h]}}$
l	ztrátový čas ve fázi [s]
L	celkový ztrátový čas za cyklus [s]
z	délka signálu volno (zelené) [s]
z'	délka efektivní zelené; pouze u signálních skupin pro automobilovou dopravu [s]
Z_{\min}	minimální délka zelené pro zadané intenzity [s]
t_{\min}	mezičas [s]
C	cyklus [s]
C_{opt}	optimální cyklus [s]
C_{str}	strukturální cyklus [s]
C_{\min}	minimální cyklus pro zadané intenzity [s]
K	kapacita vjezdu [jvoz/h] na vjezdech s automobilovou dopravou
Re z	rezerva kapacity vjezdu [%] [6]

Základní saturovaný tok /4/

$$S_{zakl} = 1900 \text{ jvoz} / h$$

Saturovaný tok vjezdu /10/

Saturovaný tok vjezdu je stanoven ze základního saturovaného toku vjezdu podle vztahu (31):

$$S = S_{zakl} \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} \quad (31) [6]$$

Koeficient sklonu /8/ vyjadřuje vliv podélného sklonu vjezdu na saturovaný tok (32):

$$k_{skl} = 1 - 0,02 \cdot a \quad (32) [6]$$

Koeficient oblouku /9/ vyjadřuje vliv poloměru směrového oblouku při odbočování a podílu odbočujících vozidel na saturovaný tok; platí obecně pro odbočování vpravo i vlevo (33):

$$k_{obl} = \frac{R}{R + 1,5 \cdot f} \quad (33) [6]$$

Stanovení délky cyklu

Stupeň saturace /11/ je určen rovnicí (34):

$$y = \frac{l}{s} \quad (34) [6]$$

Pro všechny vjezdy s automobilovou dopravou. Ostatní vjezdy se neuvažují.

V každé fázi je vybrán vjezd s nejvyšším stupněm saturace (nejvyšší y), tedy kritický vjezd ve fázi. Součet stupně saturace kritických vjezdů z jednotlivých fází udává celkový stupeň saturace /21/ (35):

$$Y = \sum_{i=1}^n \max y_i \quad (35)$$

kde

i i-tá fáze

n počet fází [6]

Dále je určen ztrátový čas pro každou fázi. Ztrátový čas vychází z předpokladu, že v každé fázi je produktivní, tzv. efektivní zelená z' /32/. Je to doba, po níž vozidla projíždějí stopčárou v saturovaném toku. Efektivní zelená se rovná délce zelené minus časová ztráta vzniklá rozjezdem plus vliv pojíždění žluté (36) [6]:

$$z' = z + 1 \text{ [s]} \quad (36) [6]$$

Ztrátový čas /23/ pro každou fázi je doba mezi koncem efektivní zelené v této fázi a začátkem efektivní zelené v následující fázi, tj. neproduktivní doba při změně fází. Je roven mezičasu zkrácenému o rozdíl mezi efektivní a skutečnou zelenou (37) [6]:

$$l = t_m - 1 \text{ [s]} \quad (37) [6]$$

Ztrátový čas pro každou fázi se určuje vždy podle skutečného mezičasu mezi kritickými vjezdy (signálními skupinami) v končící a následující fázi podle strukturálního (případně podle již existujícího reálného nebo minimálního) signálního plánu, nikoliv z tabulky mezičasů [6].

Součet ztrátových časů pro každou fázi je celkový ztrátový čas za cyklus /24/ (38):

$$L = \sum_{i=1}^n l_i = \sum_{i=1}^n t_{mi} - n \text{ [s]} \quad (38)$$

kde

i i-tá fáze

n počet fází

l_i ztrátový čas pro i-tou fázi

t_{mi} mezičas mezi kritickými vjezdy (signálními skupinami) v končící (i-té) a následující fázi [6]

Návrh strukturálního cyklu /25/

Strukturální cyklus C_{str} je cyklus s nejkratší možnou délkou cyklu vůbec, danou minimálními přípustnými zelenými (5 s) a nejdelšími mezičasy mezi signálními skupinami jednotlivých fází. Je nezávislý na intenzitách provozu (39) [6]:

$$C_{str} = \sum_{i=1}^n (z_i + t_{mi}) [s] \quad (39)$$

kde

z_i minimální přípustná zelená té signální skupiny v i -té fázi, která má ze všech signálních skupin v této fázi nejdelší mezičas t_{mi} k některé ze signálních skupin v následující fázi. [6]

Návrh minimálního cyklu (pro zadané intenzity) /26/

Minimální cyklus pro zadané intenzity C_{min} je nejkratší možná délka cyklu pro požadovanou rezervu kapacity v % (Rez) na kritických vjezdech ve fázích. Závisí na fázovém schématu, mezičasech, intenzitách a na požadované rezervě kapacity (40) [6]:

$$C_{min} = \frac{L}{1 - Y \cdot \frac{100}{100 - Re z}} \quad \text{pro } 0 \leq Re z < (1 - Y) \cdot 100 [\%] \quad (40) [6]$$

Návrh optimálního a reálného cyklu /27–30/

Optimální cyklus C_{opt} /27/ pro izolovanou křižovatku je takový cyklus, při němž je celkové zdržení náhodně přijíždějících vozidel automobilové dopravy za daných podmínek minimální. Závisí na schématu fází, mezičasech a na intenzitách provozu (41) [6]:

$$C_{opt} = \frac{1,5 \cdot L + 5}{1 - Y} \quad (41) [6]$$

Na základě vypočteného optimálního cyklu je možné navrhnout reálný cyklus v rozmezí /28/ /29/ /30/ (42):

$$0,75 \cdot C_{opt} < C < 1,5 \cdot C_{opt} \quad (42) [6]$$

Výpočet délky signálu volno /31/

Nejprve jsou určeny délky zelených pro kritické vjezdy v jednotlivých fázích (43):

$$z = \frac{y \cdot (C - L)}{Y} - 1 \text{ [s]} \quad (43) [6]$$

Tyto zelené kritických vjezdů v jednotlivých fázích určují optimální délky jednotlivých fází signálního plánu.

K vypočteným délkám zelených pro kritické vjezdy se pak podle tabulky mezičasů dopočítají (doplň) délky zelených ostatních (nekritických) vjezdů automobilové dopravy.

Kapacita vjezdů /14/

Výpočet se provádí podle níže uvedených vztahů pro základní interval jedné hodiny. Dopravní řešení SSZ je vyhovující tehdy, jestliže na všech vjezdech je kapacita vyšší než intenzita, to znamená rezerva kapacity je větší než 0.

Kapacita vjezdu pro automobilovou dopravu (44):

$$K = S \cdot \frac{z'}{C} \text{ [jv / h]} \quad (44) [6]$$

Rezerva kapacity vjezdu /15/ (45)

$$\text{Re } z = \left(1 - \frac{l}{K}\right) \cdot 100 \text{ [%]} \quad (45) [6]$$

Délka řadicích pruhů /16/

Nejmenší přípustná délka řadicích pruhů se vypočte pro každý řadicí pruh zvlášť nezávisle na použitých signálech (plné či směrové) s výjimkou řadicích pruhů stejného směru jízdy, které se počítají společně (46). [6]

$$l_{pruh} = \frac{6,0}{3600} \cdot I \cdot C \quad (46) [6]$$

Střední doba zdržení /17/

Střední čekací doba na vjezdu do řízené křižovatky je dána dle Webstera vztahem (47)

$$t_w = 0,9 \cdot \left(\frac{(C - z)^2 \cdot S}{2 \cdot C \cdot (S - I)} + \frac{x^2 \cdot 3600}{2 \cdot I \cdot (1 - x)} \right) \quad (47) [6]$$

kde

$$x = \frac{I \cdot C}{S \cdot z}$$

(48) [6]

Úroveň kvality dopravy /18/

Na základě kritéria střední čekací doby je standardně rozlišováno 6 stupňů úrovně kvality dopravy označovaných písmeny A – F. Mezní hodnoty střední čekací doby pro jednotlivé stupně kvality jsou uvedeny v Tab. 42.

Tab. 42 - Úroveň kvality dopravy na křižovatkách řízených SSZ [2]

Úroveň kvality dopravy		Střední doba zdržení t_w [s]
Označení	charakteristika kvality dopravy	
A	velmi dobrá	≤ 20
B	dobrá	≤ 35
C	uspokojivá	≤ 50
D	dostatečná	≤ 70
E	nestabilní	≤ 100
F	nevyhovující	> 100

Signální plán

Při sestavení signálního plánu slouží jako základ vypočtené doby signálu volno (v signálním plánu zelená) a délky mezičasů rozhodujících signálních skupin. Rozhodující signální skupiny se vyplní jako první. Před započítáním cyklu svítí 2s současně s červenou oranžová (v signálním plánu oranžově). Na konci každého cyklu svítí 3s oranžová (v signálním plánu žlutě). Tyto hodnoty lze doplnit. Dále se doplní signály stůj (v signálním plánu červeně). Poté se vyplní doplňující signální skupiny, tak aby byly dodrženy mezičasy kolizních proudů dle tabulky mezičasů. Výsledný signální plán je znázorněn v Tab. 43.

Tab. 43 – Návrh signálního plánu

Signální plán		délka cyklu = 50 s										
návěstidlo	z [s]	F1 = 14 s			5 s	F2 = 17 s			3 s	F3 = 10 s		4 s
		10		20		30		40		50		
SA /A>/	35											
VA /A^>/	14											
VB /B<^/	10											
VC1 /C>/	29											
VC2 /C</	14											

4.2 Varianta B - okružní křižovatka

4.2.1 Termíny a definice

Okružní křižovatka je ta, jejíž vnější průměr $D > 23$ m.

Miniokružní křižovatka je ta, jejíž vnější průměr $D \leq 23$ m, vždy se zpevněným středovým ostrovem. Má podobnou charakteristiku jako okružní křižovatka, kde větší vozidla nemohou projet po okružním jízdním pásu. Průjezd větších vozidel je ojedinele možný, ale tak, že miniokružní křižovatkou projedou jako průsečnou křižovatkou, tj. přes zpevněný středový ostrov. Takto projíždějící vozidlo musí dát přednost v jízdě všem vozidlům, které miniokružní křižovatkou projíždějí nebo do ní vjíždějí [9].

Okružní jízdni pás křižovatky je jízdni pás v šířce zpevnění vozovky okolo středového ostrova (vozovka včetně zpevněných krajnic)

Středový ostrov je kruhová nebo kruhu blízká fyzická nebo optická překážka sloužící k usměrnění pohybu vozidel po okružním jízdním pásu křižovatky proti směru hodinových ručiček [9].

Prstenec je zpevněná část vnějšího okraje středového ostrova u okružní křižovatky o vnějším průměru $D < 50$ m. Prstenec se navrhuje tak, aby mohl být ojedinele projížděn zejména rozměrnými vozidly [9].

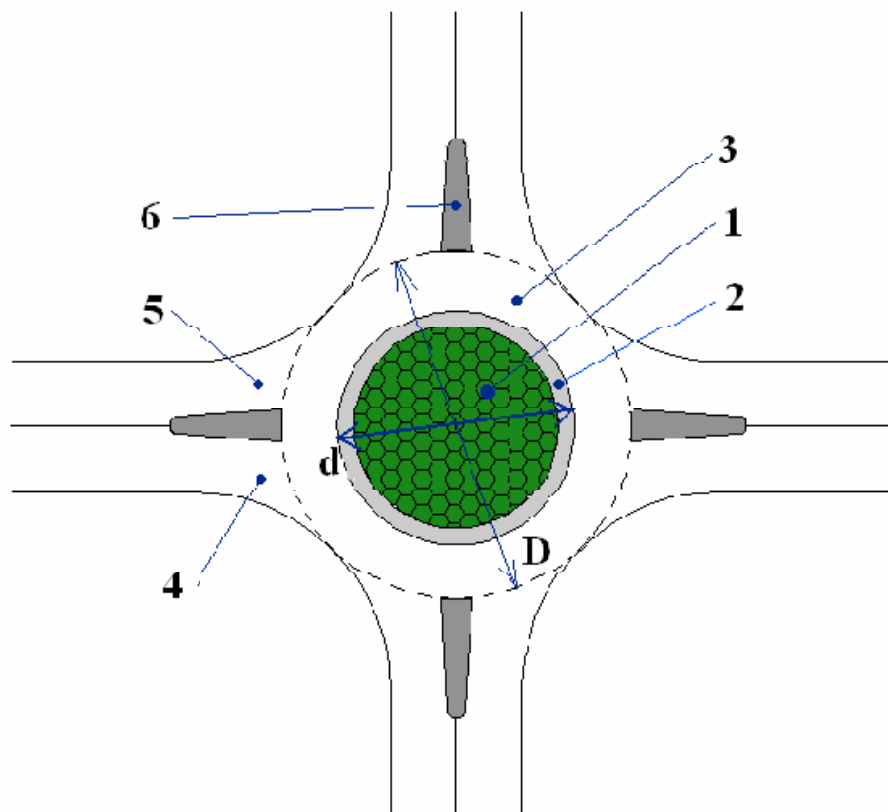
Vjezd je jízdni pruh nebo pás křižující komunikace, ze kterého se vjíždí na okružní jízdni pás křižovatky [9].

Výjezd je rozumíme jízdni pruh nebo pás kroužící komunikace, kterým vozidla vyjíždějí z okružního jízdniho pásu křižovatky [9].

Směrovací ostrůvek je plocha ohraničená na všech stranách fyzicky nebo opticky vůči přilehlým jízdniím pruhům, která odděluje a usměrňuje dopravní proud vozidel vjíždějících na okružní pás do dopravního proudu vozidel z něj vyjíždějících [9].

Vnější průměr je průměr kružnice, kterou lze vepsat mezi vnější stavební ohraničení okružního jízdního pásu [9].

Vnitřní průměr je průměr středového ostrova [9].

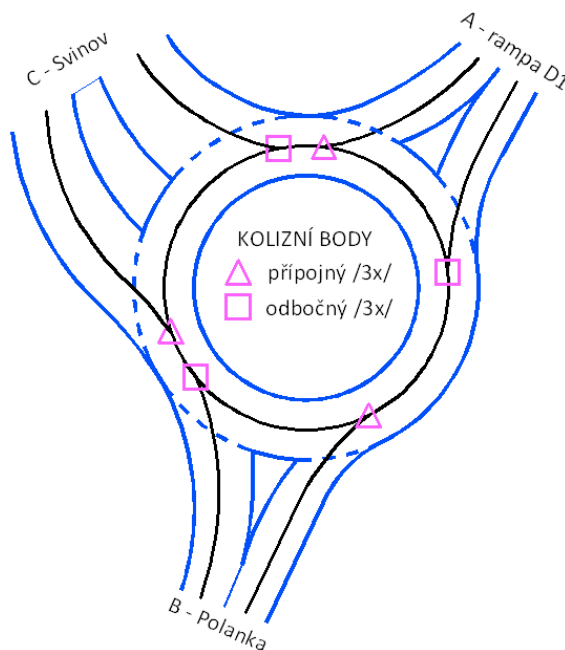


1 - středový ostrov; 2 - prstenec; 3 - okružní jízdní pás; 4 - vjezd; 5 - výjezd;
6 - směrovací ostrůvek; D - vnější průměr; d - vnitřní průměr

Obr. 14 – Popis základních prvků okružní křižovatky [17]

Kolizní body na okružní křižovatce

Na okružní křižovatce se třemi rameny a jedním okružním jízdním pruhem jsou 3 přípojné a 3 odbočovací kolizní body. Kolizní body jsou zobrazeny na Obr. 15. Oproti usměrněné stykové křižovatce (viz Obr. 10) se tímto návrhem zbavíme křížného bodu.



Obr. 15 - Kolizní body na 3ramenné okružní křižovatce

4.2.2 Výhody a nevýhody řešení

Výhody

- pasivní organizace dopravy
- přehlednost a jednoduchost
- bezpečnost – odstranění křížných bodů
- plynulost provozu
- zpomalovací prvek

Nevýhody

- rozsáhlejší stavební úpravy
- omezení provozu v době výstavby
- méně komfortní průjezd rozměrných vozidel
- složitější zimní údržba

4.2.3 Návrh geometrie a technologie

Návrh okružní křižovatky se snaží maximálně respektovat stávající stav a minimalizovat tak finanční náklady na výstavbu. Současně se však snaží zachovat vysokou bezpečnost a jízdní komfort. Rozměr křižovatky je omezen vedením vodovodu podél stávající komunikace. I přesto se podařilo navrhnout okružní křižovatku vyhovujících rozměrů. /viz

Příl. č. 13/. Navržená geometrie je ověřena vlečnými křivkami stanovených směrodatných vozidel /viz Příl. č. 14/.

Rozměry:

Vnější průměr zpevněné plochy křižovatky: 29,50 m.

Šířka jízdního pásu okružní křižovatky: 5,75 m.

Šířka prstence: 2,00 m

Vnitřní průměr středového ostrůvku: 14,00 m.

Rameno A:

Šířka vjezdu do křižovatky je 5,00 m, šířka výjezdu taktéž 5 m. Dělicí ostrůvek je trojúhelníkového tvaru s šířkou 2,90 m a délkou 4,25 m, plocha je 5,90 m². Zhotoven bude z malých kostek žulových 60/80 mm ve sklonu 8%. Pokládka do betonového lože tl. 100 mm z C30/37nXF1.

Rameno B:

Šířka vjezdu do křižovatky je 4,50 m, šířka výjezdu je 6 m. Dělicí ostrůvek je trojúhelníkového tvaru s šířkou 2,55 m a délkou 3,55 m, plocha je 4,35 m². Technologie je stejná jako u dělicího ostrůvku na rameni A.

Rameno C:

Geometrie na vedlejší komunikaci zůstala zachována a je tak umožněn naprosto komfortní vjezd a výjezd na okružní jízdní pás. Šířka vjezdu je 7,55 m a šířka výjezdu je 9,35 m. Dělicí ostrůvek zůstane zachován v maximální možné míře. A sice část, jež zasahuje do oblasti okružního jízdního pásu, bude vybourána a nahrazena konstrukcí vozovky. Zbytek ostrůvku je vyhovující a zůstane zachován v délce 12,50 m, provede se pouze nové čelo ostrůvku. Tento ostrůvek je fyzicky oddělen obrubou KS3, s nášlapem 100 mm. s vnitřním zatravněním. Lemován je dvojřádkem ze střední kostky žulové 80/100 mm.

Okružní jízdní pás:

Jízdní pruh bude proveden z asfaltového betonu v požadovaném odstředném příčném sklonu 2 %, včetně zpevněné krajnice. V místech stávající konstrukce vozovky bude provedena vyrovnávka do požadovaných sklonů zesílením. Na vnějším okraji jízdního okružního pásu vznikne nerovnost vůči stávajícímu povrchu na ramenech křižovatky. Tato

nerovnost bude vyrovnána asfaltovým betonem na potřebnou délku. V místě vybouraného dělicího ostrůvku bude provedena celá konstrukce. Tloušťky a materiál konstrukčních vrstev bude shodný se stávající vozovkou. Prstenec středového ostrova bude proveden z hrubě profilovaného cementobetonu, v odstředném sklonu 6 %. Vzhledem k významnému poměru intenzit nákladní dopravy a tím tedy uvažovanému častému pojíždění prstence, bude rozhraní prstence a jízdního pásu ve stejné výškové úrovni. Rozhraní bude utěsněno asfaltovou zálivkou. V místě vybourání dělicího ostrůvku platí totéž co pro jízdní pás.

Středový ostrůvek bude lemován kamennou obrubou KS3 s nášlapem 100 mm, uvnitř bude zatravněn. V místě vrcholu stávajícího „T“ bude vozovka rozšířena do kruhového půdorysu. Dosypávka zemního tělesa bude provedena kvalitním propustným a únosným materiálem, u něhož se dá předpokládat minimální konsolidace. Aby nedocházelo k posunu na rozhraní stávajícího a přisypaného zemního tělesa, budou kladeny vysoké požadavky na míru zhutnění. Výška násypu je cca 0,50 m. Vedle zpevněné krajnice bude rovněž provedena nezpevněná krajnice v šířce 0,50 m a sklonu –6 %. Násypový svah zemního tělesa bude proveden ve sklonu 1:2 a následně zatravněn. Hrana paty svahu respektuje ochranné pásmo vodovodního řadu a je tak 1,5 m od osy přilehlého potrubí.

Odvodnění:

Přestavbou nedojde k narušení stávajícího systému odvodnění, ten tak bude plně využit a zůstane zachován. Tj. na vnitřní straně T křižovatky je příkop paty násypového svahu zpevněn betonovým žlabem, doplněn je trativodem, jenž je vyústěn do dešťové kanalizace. Na vnější straně T křižovatky je zajištěn vsak do přilehlé travnaté plochy, realizován je pouze záchytný nezpevněný trojúhelníkový příkop. Pata přisypaného násypového tělesa bude provedena stejným způsobem.

V místě, kde bude zřizována nová konstrukce vozovky kruhového objezdu je podzemní elektrické vedení nízkého napětí veřejného osvětlení. Tato skutečnost bude projednána se správcem sítě a bude postupováno dle jeho požadavků. Pravděpodobně bude požadována její přeložka, případně uložení do chráničky.

4.2.4 Kapacitní výpočet

Kapacitní výpočet pro OK se provádí tehdy, je-li dle prognózy dopravy překročena celková intenzita křižovatky 18 000 *jvoz/den*. Dle Tab. 11 Tab. 18 – Výsledné hodnoty $RPDI_{2030}$, dosahuje sledovaná křižovatka intenzit cca 17 700 *voz/den*. Při přepočtu na

jednotková vozidla by to byla hodnota cca o 5% větší. Kapacitní výpočet je tedy doporučeno provést.

V následujících odstavcích je popsán postup výpočtu, přičemž výsledné hodnoty jsou zobrazeny v Tab. 44.

Zásady výpočtu

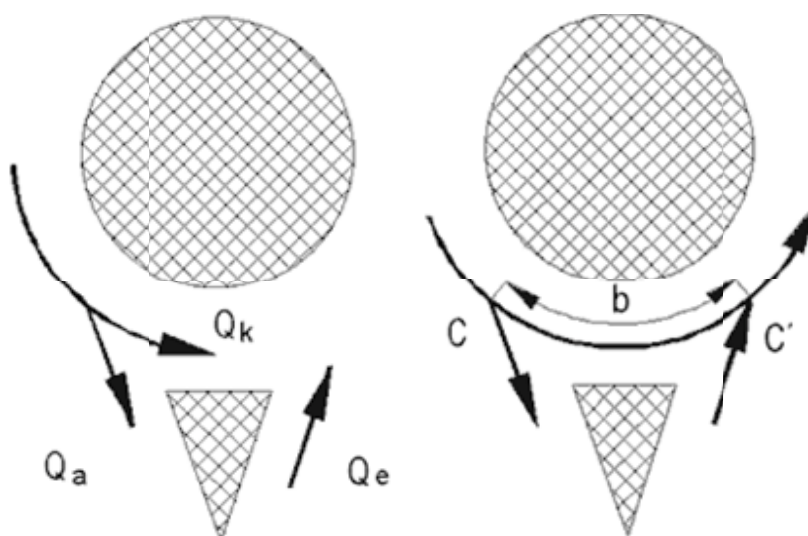
Výpočet je proveden pro výhledové intenzity dopravy ve špičkové hodině. Pro potřeby výpočtu kapacity OK jsou skutečná vozidla přepočtena na jednotková vozidla dle koeficientů uvedených v Tab. 1 v kapitole 2.2.2.

Pro výpočet je rovněž nutno znát geometrii navržené okružní křižovatky. Navržená geometrie OK je v Příl. č. 13.

Vstupní data – metoda EPFL

- Vstupní údaje:

Intenzity pro výpočet kapacity OK jsou odečteny z kartogramu v Příl. č. 6. Hodnoty b – vzdálenosti mezi kolizními body jsou zobrazeny v Příl. č. 6.



Obr. 16 – Hodnoty zatížení dopravních proudů okružní křižovatky a vzdálenost b mezi kolizními body $C - C'$ [9]

Kapacita vjezdu

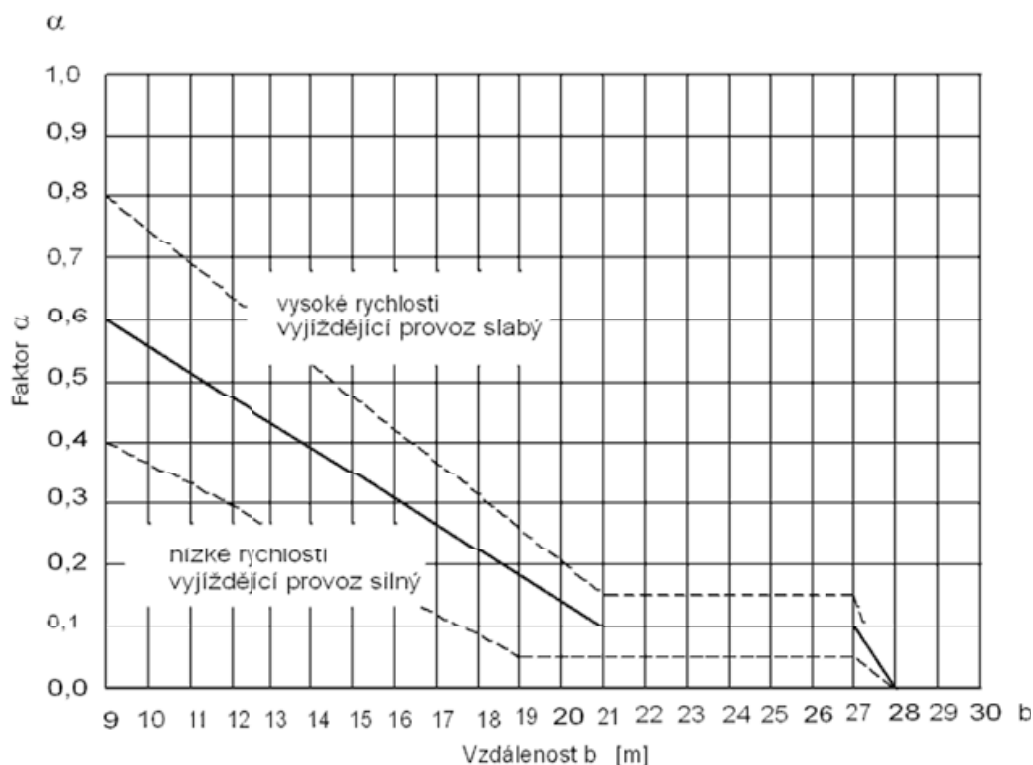
$$L_e = 1500 - \frac{8}{9}(Q_k + \alpha \cdot Q_a)$$

(49)

kde:

- L_e maximální hodnota kapacity vjezdu [jvoz/h]
 Q_k intenzita vozidel na vozovce okružního pásu křižovatky mezi výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem [jvoz/h]
 Q_a intenzita vozidel na výjezdu [jvoz/h]
 α faktor zohledňující vzdálenost vjezdu a následujícího výjezdu a intenzitu na vjezdu [-], hodnota je odečtena z grafu č. 8, uvažována je střední rychlost [9]

Graf 8 – Graf pro zjištění faktoru [9]



Stupeň vytížení

$$ALG_e = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100 \quad (50)$$

kde:

- ALG_e stupeň vytížení [%]
 Q_e intenzita vozidel na vjezdu [jvoz/h]
 L_e maximální hodnota kapacity vjezdu [jvoz/h] [9]

Rezerva kapacity

$$R = L_e - Q_e \quad (51)$$

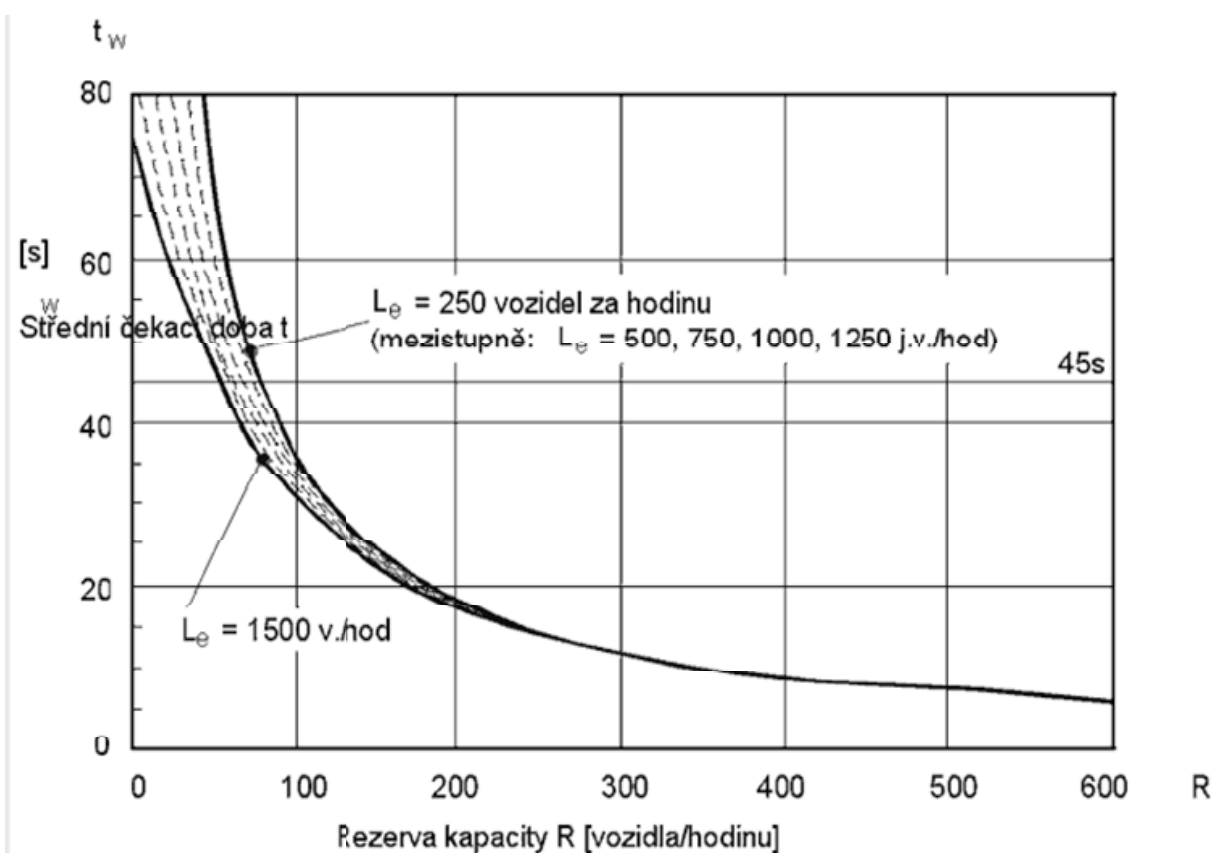
kde:

R	rezerva kapacity [jvoz/h]
L_e	maximální hodnota kapacity vjezdu [jvoz/h]
Q_e	intenzita vozidel na vjezdu [jvoz/h] [9]

Čekací doba

Hodnota střední doby zdržení se odečte z grafu č. 9 na základě rezervy kapacity R a kapacity vjezdu L_e .

Graf 9 - Střední čekací doba v závislosti na rezervě kapacity a kapacitě vjezdu [9]



Délka čekající fronty

$$L = \frac{Q_e \cdot t_w}{3600} \cdot L_{voz} \quad (52)$$

kde:

L	délka čekající fronty [m]
Q_e	intenzita vozidel na vjezdu [jvoz/h]
t_w	střední doba zdržení [s]

L_{voz} délka vozidla, pro osobní automobil se uvažuje 6 m [9]

Úroveň kvality dopravy

Na základě střední doby zdržení a délky čekající fronty se stanoví dle ČSN 73 6102 úroveň kvality dopravy (viz .Tab. 24)

Výsledky výpočtu jsou uvedeny v Tab. 44.

Tab. 44 – Výpočet kapacity vjezdů okružní křižovatky

vjezd:	A	B	C
$Q_e [jvoz/h]$	565	422	582
$Q_a [jvoz/h]$	444	470	654
$Q_k [jvoz/h]$	286	309	197
$b [m]$	15.9	16	20.2
α	0.31	0.31	0.145
$L_e [jvoz/h]$	1123	1096	1240
ALG	50%	38%	47%
$R [jvoz/h]$	558	674	659
$t_w [s]$	6	5	5
$L [m]$	5.7	3.5	4.8
ÚKD	A	A	A

Tato varianta (intenzity dopravy na okružní křižovatce v roce 2030) byla vymodelována v software pro mikroskopickou simulaci dopravy, PTV VISSIM. Ukázka výsledků je v Příl. č. 16. Výsledky jsou pouze orientační a nenahrazují výsledky kapacitních výpočtů. Detailní nastavení a detailní model není předmětem této DP.

5 Vyhodnocení návrhů

5.1 Technické vyhodnocení

V blízkosti stavby se nacházejí inženýrské sítě, které omezují varianty návrhu. Uvažovány tak byly pouze minimalistické varianty, které v největší možné míře respektují a využívají stávající stav. Malé zásahy do inženýrských sítí však jsou nevyhnutelné.

V případě zřízení SSZ se budou muset provést překopy na stávající vozovce. Optimálně se kabeláž povede ve stejné trase, jako dnes vede kabeláž nízkého napětí pro veřejné osvětlení. Je možné, že ve vozovce jsou zabudovány prostupy pro budoucí kabeláž,

v tom případě by bylo s výhodou prostupů využito a ušetřily by se tak některé překopy. Vzhledem k přítomnosti dalších inženýrských sítí by tyto překopy musely být realizovány ručně.

Realizace okružní křižovatky by si vynutila 30 m přeložku kabelu nízkého napětí veřejného osvětlení. Ta by byla technicky jednoduchá a bezproblémová. Návrh OK byl limitován vodovodním řadem. Podařilo se však navrhnout uspokojivé parametry OK, které respektují průběh sítě včetně jejího 1,5 m ochranného pásma. Rovněž OK nevyvolá žádný zásah do stávajícího systému odvodnění. Oproti tomu realizace násypového tělesa OK bude vyžadovat vysokou kvalitu prací, aby v budoucnu nedocházelo ke vzájemnému posunu stávajícího a nového zemního tělesa. Taktéž omezení provozu a optimální návrh etapizace výstavby bude v případě OK náročnější, ne však neřešitelný.

Na závěr lze konstatovat, že v případě nutnosti překopů při zřízení SSZ bude realizace OK technologicky přijatelnější.

5.2 Ekonomické vyhodnocení

Pro vyhodnocení ceny přestavby křižovatky na řízenou křižovatku a okružní křižovatku byl vypracován výkaz výměr, který byl následně orientačně oceněn pomocí publikace cen dopravní a technické infrastruktury, kterou zpracoval Ústav územního rozvoje v Brně. Publikace udává běžné položky a pro daný účel je dostačující. Ceny v publikaci vycházejí z ceníku RTS Brno a ÚRS Praha, cenová hladina je 1. čtvrtletí roku 2010. Speciální položky, jakým je SSZ, ocenil dodavatel těchto technologií, firma AŽD Praha s.r.o.

Výkaz výměr s oceněnými položkami je pro křižovatku řízenou SSZ součástí Příl. č. 7 a pro okružní křižovatku jako součást Příl. č. 8.

Celkové odhadované investiční náklady na stavební práce jsou následující

- křižovatka řízená SSZ: **1 700 000,- Kč** vč. DPH
- okružní křižovatka: **1 130 000,- Kč** vč. DPH

Z toho vyplývá, že náklady na křižovatku řízenou SSZ by byly o 50% vyšší, než na okružní křižovatku a z ekonomického hlediska je výhodnější křižovatka okružní.

5.3 Bezpečnost

Co se týká bezpečnosti, tak obě varianty řeší hlavní problém bezpečnosti stávající křižovatky a tím je nedodržování dovolené rychlosti na hlavní komunikaci. Sama o sobě je

bezpečnější světelná křižovatka, než okružní. Na té při navrženém 3fázovém řízení dojde k úplnému vyloučení přípojných a křížných kolizních bodů. Na okružní křižovatce dojde k vyloučení křížných kolizních bodů, přípojné zůstanou. Řízená křižovatka však dosahuje této bezpečnosti jen v době, kdy je SSZ v provozu, který byl stanoven na 5:00-21:00h v běžný pracovní den. Při vypnutém SSZ by byla bezpečnost křižovatky prakticky stejná, jako je dnes na neřízené křižovatce.

Lze tak předpokládat, že na okružní křižovatce by se mohlo vyskytovat o něco více dopravních nehod, avšak s menší závažností. Bezpečnost OK a křižovatky řízené SSZ tedy můžeme v tomto případě považovat přibližně za stejnou. Oproti stávající křižovatce by šlo o výrazné zlepšení.

5.4 Kapacita

Přehled výsledků kapacitních výpočtů a hodnocení kvality dopravy pro současné a výhledové intenzity jsou uvedeny v Tab. 45.

Tab. 45 - Výsledné hodnoty kapacitních výpočtů

organizace dopravy na křižovatce	rok	rezerva kapacity [pvoz/h]	délka fronty [m]	střední doba zdržení [s]	ÚKD
neřízená	2010	155	24	23	C
	2030	-147	502	a>1	F
SSZ	2010	123	25	31	B
	2030	65	67	68	D
OK	2010	-	-	-	-
	2030	558	6	6	A

Z výsledků je patrné, že současná neřízená styková křižovatka je již dnes na hranici přípustné ÚKD. I při malém nárůstu intenzity dopravy dojde ke kolapsu. To potvrzuje kapacitní výpočet pro intenzity odhadované na rok 2030, kdy byla vypočtena délka fronty na více než 500 m. Takový stav je již nepřipustný.

Světelná signalizace poskytuje uspokojivé výsledky. ÚKD je pro rok 2010 na stupni B, v roce 2030 pak již na stupni D, se střední dobou zdržení 68 s. Nutno však poznamenat, hodnoty střední doby zdržení, podle kterých se stanovuje ÚKD, jsou pro řízené křižovatky SSZ vyšší, než pro křižovatky neřízené. U neřízené křižovatky by tato doba zdržení již znamenala ÚKD=E.

Oproti tomu nejlepší výsledky poskytuje OK, která i v roce 2030 dosáhne střední doby zdržení < 10 s, čímž splňuje podmínky pro ÚKD stupně A.

6 Závěr

Stávající stav je na hranici vyhovujících parametrů jak z hlediska bezpečnosti, tak z hlediska kapacity. Přestavbu křižovatky tedy mohou jen doporučit. Jako varianty přestavby byly uvažovány:

- Varianta A – křižovatka řízená SSZ
- Varianta B – okružní křižovatka

Analýza obou návrhů prokázala jednoznačně jako výhodnější Variantu A - okružní křižovatka a to především z hlediska investičních nákladů a kapacity. Hlediska technické a bezpečnosti provozu lze považovat za vyvážená. Jako nevýhodu lze považovat fakt, že OK sníží komfort průjezdu rozměrných vozidel. Pečlivým návrhem geometrie ověřeného vlečnými křivkami 3 typů směrnatých vozidel však bylo docíleno optimálního návrhu. Ten při velmi nízkých investičních nákladech přinese vysoký mezní užitek.

Seznam použité literatury

- [1] ČSN 73 6101 *Projektování silnic a dálnic*. ČNI, 2004
- [2] ČSN 73 6102 *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích*. ČNI, 2007
- [3] ČSN 73 6110 *Projektování místních komunikací*. ČNI, 2006
- [4] ČSN 73 6021 *Světelná signalizační zařízení. Umístění a použití návěstidel*. ČNI, 1994
- [5] TP 65 *Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích*. MD ČR, 2002
- [6] TP 81 *Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení silničního provozu*. MD ČR, 2006
- [7] TP 113 *Značky a symboly pro výkresy pozemních komunikací*. MD ČR, 1999
- [8] TP 133 *Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích*. MD ČR, 2005
- [9] TP 135 *Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích*. MD ČR, 2005
- [10] TP 170 *Navrhování vozovek pozemních komunikací*. MD ČR, 2004
- [11] TP 171 *Vlečné křivky pro ověřování průjezdnosti směrových prvků pozemních komunikací*. MD ČR, 2005
- [12] TP 188 *Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek*. MD ČR, 2008
- [13] TP 189 *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích*. MD ČR, 2008
- [14] TP 225 *Prognóza intenzit automobilové dopravy*. MD ČR, 2010
- [15] FOLPRECHT, JAN; KŘIVDA, VLADISLAV. *Organizace a řízení dopravy I*. VŠB TU – Ostrava, 2006
- [16] KŘIVDA, VLADISLAV. *Organizace a řízení dopravy II*. VŠB TU – Ostrava, 2009
- [17] KŘIVDA, VLADISLAV. *Základy organizace a řízení silniční dopravy*. VŠB TU – Ostrava, 2006
- [18] KŘIVDA, VLADISLAV. *Metody dopravního prognózování I*. VŠB TU – Ostrava, 2009
- [19] GEOSTA Ostrava s.r.o. Ostrava. *Zaměření skutečného provedení MÚK Rudná*. 2007
- [20] DOPRAVOPROJEKT Ostrava spol. s r.o. Ostrava. *Situace projektové dokumentace stavby: D 4708.2 Ostrava, Rudná – Hrušov, 2. stavba“ objekt „MÚK Rudná“*
- [21] Český úřad zeměměřický a katastrální. Praha. *Webové mapové služby pro katastrální mapy (WMS KN)* [on–line]. Dostupné z: < <http://wms.cuzk.cz/wms.asp> >

- [22] OSTRAVSKÉ KOMUNIKACE, a.s. Ostrava. *Nehodovost v Ostravě v roce 2008*. 2009.
- [23] OSTRAVSKÉ KOMUNIKACE, a.s. Ostrava. *Nehodovost v Ostravě v roce 2009*. 2010.
- [24] OSTRAVSKÉ KOMUNIKACE, a.s. Ostrava. *Data dopravní nehodovosti*.
- [25] OSTRAVSKÉ KOMUNIKACE, a.s. Ostrava. *Pasport dopravního značení*.
- [26] Dopravní inspektorát - Policie České republiky. Ostrava. *Data dopravní nehodovosti*.
- [27] AŽD Praha s.r.o. Praha. *Rozpočet SSZ*. 2010
- [28] HALASOVÁ, Hana; ŠIMKOVÁ Hana. Brno *Monitorování průměrných cen budované dopravní a technické infrastruktury ve venkovských obcích* [on-line]. 2010. Dostupné z: <http://www.uur.cz/default.asp?ID=899>
- [29] Koordinátor ODIS s.r.o. Ostrava. *Interaktivní mapa dopravních spojů* [on-line]. Dostupné z: <<http://odis.planydopravy.cz/>>
- [30] Bezpečnost dopravy a projekční návrhy úprav ke snížení nehodovosti. *O projektu* [on-line]. Dostupné z: <<http://www.fd.cvut.cz/projects/k612x1bn/opro.html>>
- [31] Evropská komise. *Bezpečnost silničního provozu* [on-line]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/health-eu/my_environment/road_safety/index_cs.htm>
- [32] *Mapové podklady* [on-line]. Dostupné z: <<http://mapy.cz/>>
- [33] *Mapové podklady* [on-line]. Dostupné z: <<http://maps.google.com/>>
- [34] *Podklady pro výuku* [on-line]. Dostupné z: <<http://fast10.vsb.cz/mahdalova/mestkom/zadani04/04zadani.htm>>

Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obrázky

Obr. 1 – Napojení Polanecká x Rudná – starý stav	5
Obr. 2 – Napojení Polanecká x Rudná – stávající stav	6
Obr. 3 – Oblast širších vztahů zájmového území	7
Obr. 4 – Oblast užších vztahů zájmového území	8
Obr. 5 – Dvoupruhová silnice dle ČSN 73 6101 [1]	10
Obr. 6 – Dvoupruhová místní komunikace dle ČSN 73 6110 [2]	11
Obr. 7 – Značení dopravních proudů [12]	13
Obr. 8 – Stuhkový diagram pro $I_{SH,2010}$	27
Obr. 9 – Stupně podřazenosti dopravních proudů na stykové křižovatce [2]	28
Obr. 10 – Kolizní body na stávající křižovatce	37
Obr. 11 – Kolizní plocha [34]	56
Obr. 12 – Dvoufázové schéma	58
Obr. 13 – 3fázové schéma	58
Obr. 14 – Popis základních prvků okružní křižovatky [17]	67
Obr. 15 – Kolizní body na 3ramenné okružní křižovatce	68
Obr. 16 – Hodnoty zatížení dopravních proudů okružní křižovatky a vzdálenost b mezi kolizními body C – C' [9]	71
Obrázek 17 – Pohled z ramene A	103
Obrázek 18 – Pohled z ramene B	103
Obrázek 19 – Pohled z ramene C	104
Obrázek 20 – Pohled na křižovatku	104

Tabulky

Tab. 1 – Přepočtové koeficienty na jednotková vozidla [2]	15
Tab. 2 – Skupiny vozidel pro stanovení přepočtového koeficientu	16
Tab. 3 – Skupiny komunikací podle charakteru provozu [13]	16
Tab. 4 – Charakter provozu na silnicích II. a III. třídy [13]	17
Tab. 5 – Intenzity za dobu průzkumu I_m	17
Tab. 6 – Hodnoty součinitele $K_{m,d}$	18
Tab. 7 – Denní intenzity dne průzkumu I_d	18
Tab. 8 – Hodnoty součinitelů $K_{d,t}$ a $p_{i,t}$	19
Tab. 9 – Týdenní průměr denních intenzit I_t	19
Tab. 10 – Hodnoty součinitelů $K_{t,RPDI}$ a $p_{i,r}$	20
Tab. 11 – Výsledné hodnoty RPDl	20
Tab. 12 – Výsledné hodnoty intenzit špičkové hodiny I_{SH}	21
Tab. 13 – Výsledné hodnoty padesátirázové hodinové intenzity $I_{50,A}$	22
Tab. 14 – Výsledné hodnoty padesátirázové hodinové intenzity $I_{50,B}$	22
Tab. 15 – Koeficienty pro přepočet intenzit cyklistické dopravy	23
Tab. 16 – Výsledné hodnoty denní intenzity cyklistické dopravy dne průzkumu	24
Tab. 17 – Růstové koeficienty dopravy	25
Tab. 18 – Výsledné hodnoty RPDl ₂₀₃₀	26
Tab. 19 – Výsledné hodnoty $I_{SH,2030}$	26

Tab. 20 – Výsledné hodnoty intenzit nadřazených dopravních proudů a kritických odstupů t_g a t_f	30
Tab. 21 – Výsledné základní kapacity C_n	31
Tab. 22 – Hodnoty pro výpočet kapacity pruhů se společným řazením a rozšířeným vjezdem	32
Tab. 23 – Výpočet kapacity pruhů se společným řazením	33
Tab. 24 - Limitní hodnoty střední čekací doby na vjezdu do neřízené křižovatky (průměrné, stykové i okružní) pro stanovení ÚKD [2]	35
Tab. 25 – Výsledné hodnoty výpočtu kapacity neřízené křižovatky	35
Tab. 26 – Data dopravních nehod	38
Tab. 27 – Křižovatky s nejvyšším stupněm závažnosti v Ostravě za rok 2008 [22]	41
Tab. 28 – Křižovatky s nejvyšším stupněm závažnosti v Ostravě za rok 2009 [23]	41
Tab. 29 – Výsledné hodnoty relativní nehodovosti	42
Tab. 30 – Křižovatky s nejvyšší relativní nehodovosti v Ostravě za rok 2008 [22]	42
Tab. 31 Křižovatky s nejvyšší relativní nehodovosti v Ostravě za rok 2009 [23]	43
Tab. 32 – Klasifikační znaky konfliktních situací	45
Tab. 33 – Záznam konfliktních situací	46
Tab. 34 - Hodnoty koeficientu závažnosti [15]	47
Tab. 35 – Denní průběh intenzit vozidel pro výpočet SSZ	55
Tab. 36 – Standardní hodnoty pro výpočet mezičasů [6]	56
Tab. 37 – Výpočet mezičasů	57
Tab. 38 - Tabulka mezičasů	57
Tab. 39 – Tabulka mezičasů pro pořadí fází 1 a pořadí fází 2 s vyznačenými rozhodujícími mezičasy	59
Tab. 40 – Výpočet stupně saturace a kvality dopravy	60
Tab. 41 – Výpočet délky cyklu a doby signálu volno	60
Tab. 42 - Úroveň kvality dopravy na křižovatkách řízených SSZ [2]	65
Tab. 43 – Návrh signálního plánu	66
Tab. 44 – Výpočet kapacity vjezdů okružní křižovatky	74
Tab. 45 - Výsledné hodnoty kapacitních výpočtů	76

Grafy

Graf 1 - Podíl druhů dopravy v době průzkumu	14
Graf 2 – Hodnoty střední doby zdržení [13]	34
Graf 3 – Počet dopravních nehod a odhadovaná hrubá škoda	39
Graf 4 – Příčina dopravních nehod	39
Graf 5 - Závislost vybraných DN na měsíci	40
Graf 6 – Výskyt dopravních nehod dle dne v týdnu	40
Graf 7 – Grafické zobrazení denního průběhu intenzit jednotkových vozidel pro výpočet SSZ a vyznačení doby provozu SSZ	55
Graf 8 – Graf pro zjištění faktoru [9]	72
Graf 9 - Střední čekací doba v závislosti na rezervě kapacity a kapacitě vjezdu [9]	73

Seznam příloh

Příl. č. 1 – Výsledky směrového dopravního průzkumu	83
Příl. č. 2 – Kartogram křižovatky – Intenzity špičkové hodiny [voz/h].....	84
Příl. č. 3 – Kartogram křižovatky – RPDÍ [voz/den]	85
Příl. č. 4 – Kapacitní posouzení neřízené křižovatky – rok 2010.....	86
Příl. č. 5 – Kapacitní posouzení neřízené křižovatky – rok 2030.....	88
Příl. č. 6 – Kartogram okružní křižovatky – rok 2030 [jvoz/h] a hodnoty b mezi přípojnými a odbočnými body	90
Příl. č. 7 – Oceněný výkaz výměr pro křižovatku řízenou SSZ	91
Příl. č. 8 – Oceněný výkaz výměr pro okružní křižovatku	93
Příl. č. 9 – Výkres situace stávajícího stavu	95
Příl. č. 10 – Mapa vlastníků parcel	96
Příl. č. 11 – Výkres stávajícího SDZ a VDZ s vyznačením DN.....	97
Příl. č. 12 – Výkres situace křižovatky řízené SSZ	98
Příl. č. 13 – Výkres situace okružní křižovatky.....	99
Příl. č. 14 – Ověření průjezdnosti okružní křižovatkou.....	100
Příl. č. 15 – Pasport dopravního značení okružní křižovatky	101
Příl. č. 16 – Ukázka výsledků simulace dopravy v programu VISSIM	102
Příl. č. 17 – Fotodokumentace	103